**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**
**MINISTERIO DE EDUCACION CULTURA Y DEPORTE**
**UNIVERSIDAD RAFAEL URDANETA**
**ESCUELA DE CIVIL**





# DISEÑO DE CONEXIONES APERNADAS EN ESTRUCTURAS DE ACERO BAJO LA NORMA COVENIN 1618-98 Y EL STAAD.PRO DESIGN

**Realizado por:**
Br. Araujo Gretty
CI: 18.121.226
Br. Burneo José
CI: 17.684.934

**Maracaibo, Septiembre 2009**

REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

MINISTERIO DE EDUCACION CULTURA Y DEPORTE

UNIVERSIDAD RAFAEL URDANETA

ESCUELA DE CIVIL






# DISEÑO DE CONEXIONES APERNADAS EN ESTRUCTURAS DE ACERO BAJO LA NORMA COVENIN 1618-98 Y EL STAAD.PRO DESIGN


**Realizado por:**

Br. Araujo Gretty

CI: 18.121.226

Br. Burneo José

CI: 17.684.934

**TUTOR ACADEMICO:**
Ing. Xiomara Orozco


**Maracaibo, Septiembre 2009**

**DISEÑO DE CONEXIONES APERNADAS EN ESTRUCTURAS DE ACERO BAJO LA NORMA COVENIN 1618-98 Y EL STAAD.PRO DESIGN**



Br. Araujo Gretty
CI: 18.121.226
Maracaibo. Edo. Zulia Venezuela.
gretty_araujo@hotmail.com

Br. Burneo José
CI: 17.684.934
Maracaibo. Edo. Zulia Venezuela.
burneo_jose@hotmail.com

Ing. Xiomara Orozco
Tutor Académico

## ACTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi carácter de tutor de grado, los Bachilleres Araujo Gretty y Burneo José, presentan la siguiente investigación, para optar al título de ingeniero civil, la cual considero que reúne los requisitos y meritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Maracaibo, a los 27 días del mes de Julio del 2009.



Ing. Xiomara Orozco

C.I. _______________

# DEDICATORIA

A dios por bendecirme en todo momento.

A mis padres por acompañarme y guiarme hacia el camino correcto.

A mis hermanos por apoyarme ante todo.

A mis amigos, demás familiares y profesores por todo lo enseñado durante esta etapa.



Gretty

## DEDICATORIA

A Dios ante todo por iluminarme en el camino.

A mis padres por guiarme en todo momento.

A mis amigos, familiares y profesores que me ayudaron a culminar esta etapa de vida.



José

## AGRADECIMIENTOS

A dios y a la Virgen Maria, ante todo por permitirnos finalizar esta meta de manera exitosa.

A nuestros padres y hermanos por su apoyo y consejos en todo momento.

A la prof. Xiomara Orozco por sus conocimientos compartidos.

A Nancy Urdaneta por servirnos de guía..

A nuestros amigos por acompañarnos siempre.

**ARAUJO, GRETTY. BURNEO, JOSÉ. DISEÑO DE CONEXIONES APERNADAS EN ESTRUCTURAS DE ACERO BAJO LA NORMA COVENIN 1618-98 Y EL STAAD.PRO DESING. TRABAJO ESPECIAL DE GRADO DE INGENIERIA CIVIL. FACULTAD DE INGENIERIA. ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL. UNIVERSIDAD RAFAEL URDANETA MARACAIBO. VENEZUELA. 182 p.**

## RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación fue comparar los resultados obtenidos del diseño de conexiones apernadas en estructuras de acero bajo la norma COVENIN 1618-98, basada en la norma internacional AISC-LRFD y la simulación de las mismas conexiones en Staad.Pro Design, utilizando el módulo RAM Connections. Esta verificación se realizó mediante el diseño de 8 conexiones flexibles (corte) y 8 del tipo rígida (momento) de una estructura de 3 niveles idealizada y simulada en el Staad.Pro Design, las cuales fueron escogidas considerando que su disposición ofreciera las mayores solicitaciones y esfuerzos actuantes. Este análisis determinó que el Staad.Pro Design aunque es un módulo muy versátil, algunos de los parámetros y condiciones mínimas que deben ser revisadas no son consideradas por dicho módulo; tal es el caso de los espesores mínimos de soldaduras y espesores mínimos de planchas. Las variaciones en líneas generales suelen ser insignificantes en correspondencia con la comparación manual, concluyendo que el software cumple con los requerimientos de la norma COVENIN 1618-98. No obstante, los aspectos mencionados anteriormente deben ser considerados por el calculista una vez se definan las características geométricas y disposición final de los elementos que integran una determinada conexión. El entorno grafico que ofrece dicho módulo es suficiente para establecer diseños óptimos.



Palabras Claves: Conexiones.

gretty_araujo@hotmail.com
burneo_jose@hotmail.com

**ARAUJO NEGRÓN, GRETTY CAROLINA. BURNEO GONZALEZ, JOSÉ FRANCISCO. DESIGN BOLTS CONNECTIONS IN STEEL STRUCTURES ABOUT THE STANDARD COVENIN 1618-98 AND STAAD.PRO DESING. CIVIL ENGINEERING DEGREE INVESTIGATION. ENGINEERING FACULTY. CIVIL ENGINEERING SCHOOL. RAFAEL URDANETA UNIVERSITY. MARACAIBO. VENEZUELA. 182 P.**

## ABSTRACT

The main objective of this research was to compare the results of the design of connections in steel structures bolts about standard COVENIN 1618-98, based on international standard AISC-LRFD and the simulation of the same connections in Staad.Pro Design, using the RAM Connections' module. This verification was performed by the design of 8 hose (shear) and 8 type rigid (moment) of a 3 story structure in the idealized and simulated Staad.Pro Design, which were selected considering that their willingness to offer the highest demands and active efforts. This analysis found that although Design Staad.Pro module is a very versatile, some parameters and minimum requirements that must be reviewed are not considered by this module, this is the case with the minimum thickness and minimum thickness of welding irons. Variations in general tend to be insignificant in comparison with manual correspondence, concluding that the software is adequate according to requirements of the standard COVENIN 1618-98. The above aspects should be considered for the calculation once defined the geometric characteristics and final disposition of the elements of a given connection. The graphical environment that offers the module is sufficient to establish optimal designs.



Keywords: Connections

# ÍNDICE GENERAL

**CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACION**

## ÍNDICE DE TABLAS



## ÍNDICE DE CUADROS





## ÍNDICE DE FIGURAS

# INTRODUCCION

El propósito fundamental de la presente investigación es comparar los resultados ofrecidos por el módulo del Staad.Pro Design Ram Connection para el diseño de conexiones en estructuras metálicas, en correspondencia con la normativa venezolana COVENIN 1618-98. Para tal fin la presente investigación fue presentada en cuatro importantes capítulos, los cuales están desglosados de la siguiente manera:

El capítulo I muestra el problema de la investigación, así como la justificación e importancia de efectuar una investigación sobre la situación particular que se plantea, en base a los planteamientos presentados por los investigadores. Propuestos estos aspectos, se fundamentan los objetivos específicos que se traducen en un objetivo general, bajo un alcance y una delimitación especifica de la investigación.



El capítulo II presenta en base a la necesidad de conocer e indagar en la teoría que fundamenta lo concerniente a la problemática en estudio, muy específicamente en el diseño de conexiones apernadas, la normativa vigente en Venezuela al respecto, así como la evaluación de investigaciones y trabajos relacionados con el tema y la respectiva operacionalización del sistema de variables.

Conjuntamente, se plantea el capítulo III en el cual se presentan los procedimientos prácticos y metodológicos seguidos para el desarrollo cabal de la presente investigación, la cual ofrece un punto de vista de las actividades

ejecutadas con el fin de darle el cumplimiento a los objetivos planteados en la presente investigación.

Sucesivamente se desarrolla el capítulo IV, que muestra el resultado obtenido de los diferentes cálculos realizados tanto usando el modulo como cálculos manuales presentados en hojas de cálculos preparadas con el objetivo de hacer de dichos cálculos, verificaciones bajo diferentes estadios. Una vez se prepararon estos cálculos se determinaron las incongruencias o discrepancias entre los dos diseño y se presentaron las conclusiones referentes a dichos resultados obtenidos, así como las recomendaciones necesarias al respecto.



# CAPÍTULO I



## El problema

# CAPITULO I

# EL PROBLEMA

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro del diseño estructural de las edificaciones metálicas, no solo es necesario definir los elementos o miembros que la integran, sino los mecanismos de unión que en actuación conjunta determinan la calidad, seguridad e integridad de dicha edificación.

Estos elementos de unión conocidos como conexiones poseen características muy particulares, y cada tipo de conexión es utilizada dependiendo de los criterios particulares que desarrolle el ingeniero calculista estructural para la estructura la cual este proyectando.



Sin embargo, con el pasar del tiempo, el cálculo, revisión y control de las conexiones han variado en la medida del crecimiento tecnológico, al igual que los nuevos procedimientos que en las estructuras metálicas han estado presentes.

En la actualidad, cada país asume las normativas específicas adaptadas a sus condiciones, con la debida revisión de los especialistas en el área, muy específicamente en el diseño de estructuras de acero.

En el caso venezolano, hasta el año 1998, la norma Venezolana COVENIN 1618 precisaba utilizar el método de las “condiciones de servicio” en las estructura, es decir, cargas reales y específicas determinadas por el método de la AISC-ASD (Allowable Stress Design). Sin embargo, debido a los cambios de otros

códigos internacionales, esta Norma Venezolana cambio su estructura, en base a los criterios establecidos por la AISC-LRFD (Load and Resistance Factor Design), que consiste como explicación simplificada, en “mayorar”, incrementar o factorizar las cargas de operación o servicio manteniendo las resistencia de los materiales en condiciones muy cercanas a las resistencias reales ante los efectos de esfuerzos actuantes.

Por todo esto, antes estas variaciones, presentar de manera práctica como se diseñan estas conexiones, por lo menos las más usuales, determina un aporte importante a la ingeniería estructural que se ha visto en la necesidad de modificar el diseño y la forma de definir sus conexiones metálicas, sea cual sea, bajo las condiciones que apliquen en cada caso.



Dado estas condiciones, en Venezuela se ha adoptado utilizar varios software para el diseño estructural, en caso muy puntual por ejemplo esta el STAAD.PRO 2007, el cual es el generalmente utilizado por su practicidad y facilidad en la definición de las condiciones estructurales de una determinada estructura. Este software, posee en su entorno de trabajo, un módulo dedicado al diseño de conexiones, presentando un importante beneficio cuando el ingeniero estructural es capaz de aprovechar estos módulos, que con el tiempo, han sido mejorados considerablemente.

Bajo esta condición, validar resultados obtenidos bajo la aplicación de la norma con el STAAD.PRO 2007 se hace básico y necesario, dado la complejidad de muchas de las conexiones presentes en una edificación, bajo el esquema de la normativa destacada anteriormente.

### 1.2. OBJETIVO GENERAL

Diseñar conexiones apernadas en estructuras de acero bajo la norma COVENIN 1618-98 y el STAAD.PRO DESIGN 2007

#### 1.2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Simular una estructura aporticada tipo bajo las combinaciones de carga establecidas por la norma COVENIN

- Definir las características geométricas y físicas que determinan las conexiones apernadas en las estructuras de acero.



- Diseñar las conexiones apernadas de las estructuras metálicas definidas bajo la normativa AISC-LRFD del 2003.

- Diseñar las conexiones apernadas de las estructuras metálicas definidas en el STAAD.PRO DESING 2007

- Analizar los resultados obtenidos de las conexiones apernadas desde el punto de vista geométrico y cantidad de materiales.

## 1.3. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación tiene como alcance validar y diferenciar los resultados obtenidos ante el uso del STAAD.PRO 2007 como medio para diseñar las conexiones de estructuras metálicas, bajo un análisis basado en lo establecido en la norma COVENIN 1618-98. Para esto se modelarán en el STAAD.PRO 2007, varias estructuras para analizar situaciones típicas, en cuanto al comportamiento de las conexiones apernadas bajo esquemas planteados y en la norma venezolana antes descritas.

## 1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN



La finalidad de la presente investigación está establecida en analizar la norma venezolana de acero COVENIN 1618-98 (basada en la LRFD) bajo el criterio del diseño de conexiones típicas apoyados en uno de los software más utilizados en la rama de la ingeniería estructural como lo es el STAAD.PRO 2007 para comparar los resultados y validar.

Todo lo mencionado en un esquema práctico, resalta que esta investigación permitirá validar el uso del módulo del STAAD.PRO 2007 bajo los códigos establecidos empleando la norma.

Desde la óptica metodológica, muchos investigadores podrán utilizar la presente tesis como guía para definir sus investigaciones de estudios, sobre todo aquellos que indagan en la ingeniería estructural como rama importante de la ingeniería civil.

Adicional, y desde un punto de vista teórico, lo que los autores y especialistas han escrito sobre el tema de las conexiones y su desarrollo, será de

vital importancia para la presente investigación, dejando como importante resultado una indagación en el área y confirmación de teorías, postulados y procedimientos.

## 1.5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

### 1.5.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL.

Esta tesis será realizada en las instalaciones de la Universidad Rafael Urdaneta.

### 1.5.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL.



Esta investigación será realizada desde marzo del 2008 a agosto del 2009.

### 1.5.3. DELIMITACIÓN TEÓRICA.

Esta investigación está enmarcada dentro de la línea de investigación del departamento o rama de estructuras y construcción de la URU.

# CAPÍTULO II



## Marco Teórico

## CAPITULO II

## MARCO TEORICO

### 2.- MARCO TEORICO.

### 2.1.- ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Los Br. Bahsas y Salazar (2007) Araujo, realizaron una tesis titulada “Diseño de un manual de detalles típicos de uniones de elementos estructurales de acero”, con el fin de elaborar un manual que compendie una serie de detalles típicos de elementos estructurales de acero mediante la recopilación y selección de información que sirva de manual de consulta a aquellas personas que de una u otra manera estén en relación con este tipo de trabajo, de esta forma servirá de aporte para idealizar cómo se deben dibujar, instalar, empalmar y conectar estos elementos de acero, los cuales serán de gran utilidad a todos aquellos profesionales y afines que no solo se dediquen al área del diseño y la construcción de estructuras con elementos de acero, cumpliendo con todas las exigencias emitidas por las normas vigentes para construcción de obras civiles para esta área; conjuntamente se incorporó un pequeño manual de diseño en el que se describe las principales especificaciones sobre el cálculo de conexiones de elementos de acero.



En otro orden de ideas, Lugo y Romero (1999), efectuaron una tesis titulada “Diseño automatizado de juntas metálicas simples” que consiste en presentar un diseño automatizado de pernos o soldadura en juntas metálicas

simples, para tal efecto se utilizo como lenguaje de programación el Visual Basic 4.0, por ser este una herramienta potente sencilla y de fácil programación. Los programas elaborados permiten diseñar los pernos o soldaduras de una forma rápida y sencilla. Para la elaboración de este trabajo se recopilo información del manual de la AISC. Para la ejecución de los programas se ha elaborado un manual de usuario el cual permitirá a cualquier persona que tenga conocimientos en el área de juntas metálicas y el uso del computador, ejecutar el programa.

## 2.2.- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

### 2.2.1.- ACERO ESTRUCTURAL



El acero en su estado natural es una aleación constituida por hierro en un 97% y carbono, silicio y azufre en un 3%, estos serán reducidos en un proceso industrializado ya que son perjudiciales al acero. Las propiedades del acero dependen de la cantidad de carbono empleada en el proceso de fabricación. En la actualidad la tecnología ha llegado a producir aceros con un 0.3% de carbono, los cuales con una aumento en otros elementos los hacen mucho más resistentes. Esta combinación ha producido un material muy versátil empleado en múltiples funciones de las edificaciones.

Las técnicas siderúrgicas modernas han permitido desarrollar una amplia variedad de aceros, los cuales han sido agrupados en diversas categorías, dependiendo de las características químicas del material, de su aplicación, de su geometría, etc. No obstante, tienen una característica en común: todos los aceros son al carbono, y en gran medida sus características físicas y aplicabilidad dependen del porcentaje de este elemento presente en la aleación, el cual suele

variar entre 0.25% y 1.5%. El acero con un porcentaje de carbono hasta 0.25% es llamado acero de bajo carbono; los de medio carbono (entre 0.25% y 0.6%); y los de alto carbono (entre 0.6% y 1.5%). En términos generales, mientras más carbono posea la aleación, mayor será su resistencia pero menor su ductilidad, es decir, su capacidad de deformarse permanentemente sin llegar a la rotura (Acero al Dia, Sidetur, 2002).

El acero a considerar en la presente investigación es del acero tipo ASTM A-36, el cual es un acero al carbono-manganeso estructural de mediana resistencia y buena soldabilidad, adecuado para la fabricación de vigas soldadas, para edificios, estructuras remachadas, estructuras atornilladas, bases de columnas, piezas para puentes, fabricación de depósitos, estructuras para túneles, disponible en espesores de 0.0180" hasta 0.500" por colada continua. Este acero en forma natural presenta tamaño de grano fino ya que se vacía por colada continua con un aluminio de 0.015% mínimo. Este acero hasta 0.500" de espesor se maneja con manganeso libre, sin embargo se trata de manejar una relación de 2.5 veces de manganeso /carbono mínimo. Por cada reducción de 0.01% de carbono, se puede incrementar el manganeso en 0.06%, llegando hasta 1.35% máximo.



**2.2.2.- CONEXIONES EN ESTRUCTURAS DE ACERO.**

Es el agregado de las partes componentes usadas para unir miembros o elementos estructurales de acero, la cual incluye:

- Elementos afectados: alas y almas de columnas y vigas.
- Elementos de conexión interfaces: placas de unión, placas, ángulos y tees.
- Conectores: tornillos, soldaduras, remaches.

La función de las conexiones es trasmitir las fuerzas en los extremos de los miembros al marco de la estructura. Estas fuerzas son: fuerzas axiales a compresión y tracción, momentos flectores, fuerzas cortantes y momentos de torsión. Tales fuerzas pueden actuar de manera individual o combinada. Las conexiones son uno de los elementos de más alto costo unitario en una estructura de acero. Por lo tanto, el costo de una construcción fabricada en acero se verá influido por la elección de las conexiones. Un buen criterio de diseño de estructuras de acero se basa en proponer la mayor cantidad de piezas similares de material (reducir al mínimo operaciones diferentes que se realicen en taller como: cortes, perforaciones y recortes) y condiciones de ensamblado en la construcción con la finalidad de optimizar y mejorar la operatividad de la obra.



Las uniones de elementos estructurales de acero están regidas bajo las normas AISC “American Institution of Steel Contruction” (2005) dentro del cual se reflejan los dos métodos existentes, el LRFD “Load and Resistance Factor Desing” y ASD (Allowable Stress Design) por los cuales se puede realizar el diseño y cálculo de las conexiones.

**2.2.3.- COMPORTAMIENTO DE LAS CONEXIONES.**

La mayor parte de las conexiones son estáticamente indeterminadas, y la distribución de las fuerzas y esfuerzos depende de la deformación relativa de las partes que las componen (elementos de conexión) y de los propios conectores.

Las concentraciones de esfuerzo que se desarrollan debido a discontinuidades, como agujeros de tornillos y extremos de soldaduras complican más aún la predicción de su comportamiento estructural. En general, el comportamiento del material de los elementos (placas interfaces y conectores) en las conexiones es no lineal, aunque los miembros conectados se encuentren en estado elástico de esfuerzos fuera o más allá de la conexión.

Debido a la complejidad en el comportamiento de las conexiones, resulta prácticamente imposible analizar la mayor parte de las conexiones con un procedimiento matemático riguroso y exacto. Debido a lo antes expuesto, casi todos los procedimientos de análisis usados en el diseño de conexiones están basados en suposiciones simplificadoras, con formulas simples que se basan en la teoría de flexión de vigas y modelos de placas delgadas que se modifican en forma apropiada para concordar con los resultados de pruebas experimentales.



**2.2.4.- PERNOS.**

Se denomina perno a una pieza metálica, normalmente de acero o hierro, larga, cilíndrica, con cabeza redonda por un extremo y que puede ser roscado por el otro, asegurado con una chaveta, una tuerca o un remache, que se usa para la sujeción de piezas de gran volumen (www.wikipedia.org, 2009).

En general los pernos están constituidos por un vástago cilíndrico que presenta en un extremo la cabeza del perno, generalmente hexagonal para pernos estructurales de alta resistencia, y en el otro extremo una zona con rosca en donde se atornilla la tuerca.

Asimismo esta zona con rosca que llamamos núcleo del perno presenta evidentemente menor sección que la zona sin ella, llamada caña del perno, para denominar los pernos utilizaremos el diámetro de la caña, los cuales se fabrica de acuerdo a los diámetros comerciales en octavos de pulgadas, siempre teniendo en cuenta, que para el diseño debemos utilizar el área neta en el núcleo. A continuación se presenta una fotografía de una conexión apernada tipo (Ver figura 1)

**Figura 1**

**Conexión apernada**





**Fuente:** Araujo y Burneo (2008).

**2.2.4.1.- TIPOS DE PERNOS.**

Existen varios tipos de pernos según su utilidad. Según McCormac (1999), clasifica:

- Pernos ordinarios o comunes: Estos pernos los designa la ASTM como tornillos A307 y se fabrican con aceros al carbono con características de esfuerzos y deformaciones muy parecidas a los del acero A36. Se fabrican en incrementos de 1/8 plg. La resistencia de diseño son menores que las de los remaches o de los tornillos de alta resistencia. Se usan principalmente en estructuras ligeras sujetas a cargas estáticas o en miembros secundarios (correas, riostras, plataforma, armaduras pequeñas, etc.).

- Pernos de alta resistencia: estos pernos se fabrican a base de acero tratado térmicamente y aceros aleados; tienen resistencias a la tensión de dos o más veces la de los pernos ordinarios. Existen dos tipos básicos, los A325 (hechos con acero al carbono tratado térmicamente) y los A490 de mayor resistencia (también tratados térmicamente, pero hechos con acero aleado). Los pernos de alta resistencia se usan para todo tipo de estructuras, desde pequeños edificios hasta rascacielos y puentes monumentales.



Estos pernos se desarrollaron para superar la debilidad de los remaches. Las tensiones resultantes en los remaches no son suficientemente grandes para mantenerlos en posición durante la aplicación de cargas de impacto o vibratorias; a causa de esto, los remaches se aflojan, vibran y a la larga tienen que reemplazarse.

Los pernos de alta resistencia pueden apretarse hasta que se alcanzan esfuerzos muy altos de tensión, de manera que las partes conectadas quedan fuertemente afianzadas entre la tuerca del tornillo y su cabeza, lo que permite que las cargas se transfieran principalmente por fricción.

En ocasiones se fabrican pernos de alta resistencia a partir de acero A449 con diámetros mayores de 1 ½ plg que es el diámetro máximo de los A325 y A490. Estos pernos pueden usarse también como pernos de anclaje de alta resistencia y no deberán usarse en conexiones del tipo de deslizamiento crítico.

### 2.2.5.- TIPOS DE CONEXIONES SEGÚN SU RESTRICCIÓN A LA ROTACIÓN.

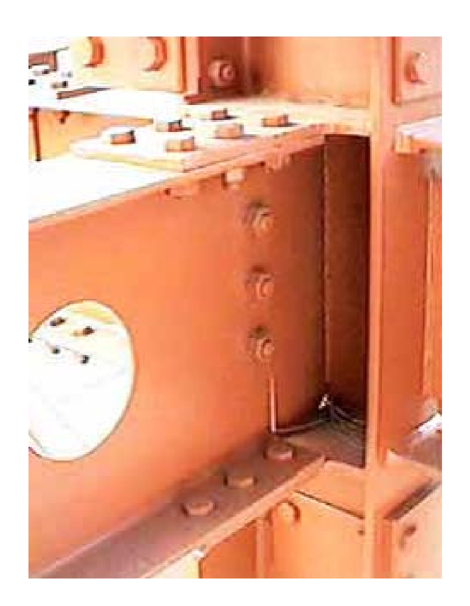
Las conexiones difieren en base al nivel de restricción contra la rotación que permiten en los extremos del miembro que conectan. Entonces, en base al criterio antes expuesto, las conexiones se clasifican como: Rígidas, Semi-rígidas y flexibles.



**Rígidas:** tienen suficiente rigidez para mantener casi sin cambio el ángulo original entre los miembros de la junta. Esta tipo de conexión se diseña para que desarrollen la resistencia completa a cortante y momento flector (Ver figura 3 y 4).

**Figura 2**

**Conexión Rígida Viga Columna**



**Fuente:** Araujo y Burneo (2008).

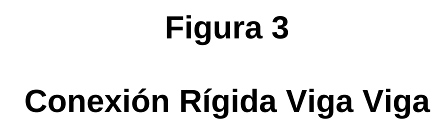


**Figura 3**

**Conexión Rígida Viga Viga**



**Fuente:** Araujo y Burneo (2008).



Según la Norma COVENIN 1618 (1998) “Estructuras de acero para edificaciones. Método de los estados límites”, capítulo 21, las conexiones rígidas deben cumplir con los siguientes criterios para poder ser catalogadas de esa manera:

Las conexiones viga – columna que forma parte del sistema resistente a sismos se diseñarán para un momento flector Mu igual o mayor que 1.1 Ry Mp el momento de la viga o el máximo momento que puede ser transmitido por el sistema, cualquiera que sea el menor (Ry: Relación entre la tensión cedente esperada, Fye, y la tensión cedente mínima especificada, Fy, para el tipo de acero utilizado. Mp: Momento plástico teórico).

En las conexiones con juntas de alas soldadas, se eliminarán las pletinas de respaldo y de extensión, y la soldadura se reparará incluyendo el uso de un

filete de soldadura como refuerzo, excepto que en el ala superior se permitirá dejar la pletina de respaldo si está fijada en su borde inferior al ala de la columna por medio de un filete continuo de soldadura. No se utilizará soldadura de ranura de penetración parcial o soldaduras de filete para resistir las fuerzas de tracción en las conexiones.

**Semi-Rígidas (PR):** Permiten una restricción contra la rotación de la junta de grado intermedio entre la rigidez de las conexiones rígidas y la flexibilidad de las conexiones de cortante simple. Se diseñan para resistir cortante y momentos flectores cuyos valores son intermedios. Así mismo, los diseñadores de acero han limitado el uso de este tipo de conexión debido a la dificultad de obtener un modelo analítico confiable para predecir la compleja respuesta de la junta.



Según la Norma COVENIN 1618 (1998) “Estructuras de acero para edificaciones. Método de los estados límites”, capítulo 21, las conexiones semi-rígidas deben cumplir con los siguientes criterios para poder ser catalogadas de esa manera:

La resistencia minorada de la conexión satisface los requisitos indicados en dicha norma. La resistencia teórica a flexión de la conexión es igual o mayor que la mitad del momento plástico de las vigas o columnas conectadas, cualquiera que sea el menor.

La conexión ha demostrado en ensayos bajo cargas cíclicas que tiene una adecuada capacidad de rotación para la deriva del entrepiso calculada conforme a los requisitos de la norma venezolana COVENIN – MINDUR 1756-98 Edificaciones Sismorresistentes.

En el diseño se ha considerado la rigidez y la resistencia de las conexiones semirrígidas, incluyendo los efectos sobre la estabilidad del conjunto de la edificación.

**Flexible:** En barras simplemente apoyadas sometidas sólo a flexión, las uniones extremas sólo trasmiten fuerzas de corte. Por ello se designan como uniones de corte. Si la barra está sujeta también a un esfuerzo axial, éste también deberá ser trasmitido por la unión.

En la figura 5 mostrada a continuación, se puede apreciar las definiciones geométricas básicas y la configuración de este tipo de conexiones, el cual es muy utilizado como tipo de unión de elementos metálicos en las estructuras de acero.



**Figura 4**

**Conexión Simple**



**Fuente:** Araujo y Burneo (2008)

.

## 2.2.6.- CONEXIONES TIPO FRICCIÓN Y TIPO APLASTAMIENTO.

Cuando los pernos de alta resistencia se tensan por completo se crea una considerable resistencia al deslizamiento en la superficie de contacto.

Si la fuerza cortante es menor que la resistencia permisible por fricción, la conexión se denomina tipo de fricción. Si la carga excede a la resistencia por fricción, habrá un deslizamiento entre los miembros con un posible degollamiento de los pernos y al mismo tiempo las partes conectadas empujaran sobre ellos.

Las superficies de las juntas, incluidas las adyacentes a las arandelas, deben estar libres de escamas, polvo, rebabas y otros defectos que puedan impedir un contacto pleno entre las partes. En juntas tipo fricción las superficies de contacto también deben estar libres de aceite, pintura y lacas.



Si las superficies de contacto están galvanizadas, el factor de deslizamiento se reducirá a casi la mitad del valor correspondiente a las superficies limpias de costras de laminación. El factor de deslizamiento puede mejorarse bastante si las superficies se sujetan a un cepillado manual. Sin embargo, estos tratamientos no incrementan la resistencia al deslizamiento frente a cargas permanentes donde aparentemente se manifiesta un comportamiento de plástico (McCormac, 1999).

## 2.2.7.9. LIMITACIONES EN EL USO DE CONEXIONES SOLDADAS Y EMPERNADAS.

Para las conexiones que se especifican a continuación, con las limitaciones establecidas para los sistemas resistentes a sismos, en las conexiones que se

enumeran a continuación se utilizarán pernos de alta resistencia apretados adecuadamente o soldaduras (COVENIN 1618, 1998):

1. En los empalmes de las columnas de todas las estructuras de edificios con 60 m o más de altura.
2. En los empalmes de las columnas para estructuras de edificios entre 30 m y 60 m de altura, cuando la menor dimensión horizontal sea inferior al cuarenta por ciento (40 %) de la altura.
3. En los empalmes de las columnas para estructuras de edificios con menos de 30 m de altura, si la menor dimensión lateral es inferior al veinticinco por ciento (25 %) de la altura.
4. En las conexiones de todas las vigas con columnas y de otras vigas de las cuales dependa el arriostramiento de las columnas, para estructuras con más de 40 m de altura.
5. En el caso de estructuras que soportan grúas de más de 5000 kgf de capacidad, en los empalmes de sus celosías de techo y en las conexiones de éstas con las columnas, en los empalmes y arriostramientos de las columnas, así como en los arriostramientos en las esquinas y en los apoyos de las grúas.
6. En las conexiones para los apoyos de maquinaria móvil, o de otras cargas variables que produzcan impacto o inversión de tensiones.
7. En cualquier otra conexión estipulada en los planos del proyecto.
8. En todos los otros casos, las conexiones pueden efectuarse con pernos A307 o pernos de alta resistencia normalmente apretados sin holgura.

Para los propósitos de estas premisas, la altura de una estructura de edificio se tomará como la distancia vertical desde el nivel de la acera hasta el punto más alto de las vigas de techo, en el caso de techos horizontales, o hasta la altura promedio de los techos inclinados, cuando éstos tengan una pendiente de más de doce y medio grados (12.5°) o veintidós por ciento (22 %). Donde no se haya establecido el nivel de acera, o donde la estructura sea contigua a una calle, se utilizará como referencia el nivel promedio del terreno colindante. Los penthouses se pueden excluir en el cálculo de la altura de la estructura.

**2.2.7.10. HIPÓTESIS DE SOLICITACIONES PARA EL ESTADO LÍMITE DE AGOTAMIENTO RESISTENTE (SEGÚN NORMA COVENIN 1618-98 - ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EDIFICACIONES. MÉTODO DE LOS ESTADOS LÍMITES.**



Las solicitaciones mayoradas sobre la estructura, sus miembros, juntas y conexiones, así como su sistema de fundación, se determinarán de la hipótesis de solicitaciones que produzca el efecto más desfavorable. El efecto más desfavorable puede ocurrir cuando una o más solicitaciones no están actuando, por lo que todas las combinaciones indicadas a continuación deben ser investigadas, igualmente se investigarán las cargas de magnitud inferior a las máximas especificadas pero que actúan con un gran número de ciclos. Cuando la solicitación pueda cambiar de dirección, se tendrá en cuenta en todas las combinaciones posibles, cambiando adecuadamente sus signos (COVENIN 1618, Estructuras de acero para edificaciones. Método de los estados límites,1998):

1.4 CP (10-1)

1.2 CP + 1.6 CV + 0.5 CVt (10-2)

1.2 CP + 1.6 CVt + (0.5 CV o 0.8 W) (10-3)

1.2 CP + 1.3 W +0.5 CV+ 0.5 CVt (10-4)

0.9 CP ± 1.3 W (10-5)

1.2 CP + γ CV ± S (10-6)

0.9 CP ± S (10-7)

CP: Carga Muerta

CV: Carga Viva

CVt: Carga Viva Techo.

W: Viento.

S:Sismo.



El factor de mayoración de la Carga Variable CV (γ) en las combinaciones (10-3), (10-4), y (10-6) será igual a 1.0 en los garajes, las áreas destinadas a concentraciones públicas, y en todas aquellas áreas donde la carga variable sea mayor que 500 kgf/m2 o en todos los casos en que el porcentaje de las acciones variables sea mayor del 25 %.

En la presente investigación se utilizará una sobrecarga de 300 kg/m2 (oficinas) en los niveles entrepiso y 100 kg/m2 en las áreas de la cubierta (COVENIN 2002-88 Criterios y Acciones Mínimas), por lo que el coeficiente (γ) se asumirá en 0.50.

Cuando los efectos estructurales de otras acciones sean importantes, sus solicitaciones se incorporarán mediante la siguiente combinación:

$$1.2\ (CP + CF + CT) + 1.6\ (CV + CE) + 0.5\ CVt \qquad (10\text{-}8)$$

## 2.2.3.- CONEXIONES APERNADAS EN ESTRUCTURAS DE ACERO (SEGÚN NORMA COVENIN 1618-1998) - ESTRUCTURAS DE ACERO PARA EDIFICACIONES. MÉTODO DE LOS ESTADOS LÍMITES.

Resistencia a la tracción y al corte

La resistencia minorada al tracción o corte de los pernos o de las partes roscadas será $\varphi$ Rt , donde:

$Rt = Ft\ Ab$

En esta expresión:



Ab = Área del perno correspondiente a su diámetro nominal.

Ft = Tensión teórica de corte (Ftv) o tracción normal (Ftt) para el tipo de perno o parte roscada dada en la tabla No. 1 mostrada a continuación:

Rt = Resistencia teórica de un perno sometido a corte o tracción normal.

$\varphi$ = Factor de minoración de la resistencia teórica dado en la Tabla No. 1 mostrada a continuación:

## Tabla No. 1

## Resistencia de pernos y partes roscadas

| DESCRIPCIÓN DE LOS PERNOS Y PARTES ROSCADAS | TRACCIÓN | | CORTE EN CONEXIONES TIPO APLASTAMIENTO | |
|---|---|---|---|---|
| | FACTOR DE MINORACIÓN DE LA RESISTENCIA $\phi$ | RESIST. TEÓRICA $F_{tt}$ kgf / cm$^2$ | FACTOR DE MINORACIÓN DE LA RESISTENCIA $\phi$ | RESIST. TEÓRICA $F_{tv}$ kgf / cm2 |
| Pernos A307 | | 3160 [(a)] | | 1690 [(b,e)] |
| Pernos A325 cuando la rosca está iNcluída en los planos de corte | | 6330 [(d)] | | 3370 (e) |
| Pernos A325 cuando la rosca está eXcluída de los planos de corte | | 6330 [(d)] | | 4220 (e) |
| Pernos A490 cuando la rosca está iNcluída en los planos de corte | | 7940[(d)] | | 4220 (e) |
| Pernos A490 cuando la rosca está eXcluída de los planos de corte | 0.75 | 7940 [(d)] | 0.75 | 5270 (e) |
| Partes roscadas que cumplan con los requisitos del Capítulo 5, cuando la rosca está incluída de los planos de corte | | 0.75 $F_u$ [(a,c)] | | 0.40 $F_u$ |
| Partes roscadas que cumplan con los requisitos del Capítulo 5, cuando las roscas están excluídas de los planos de corte | | 0.75 $F_u$ [(a,c)] | | 0.40 $F_u$ |

Notas :

Los valores de esta Tabla son aplicables a pernos y partes roscadas milimétricas (M) como a los fabricados en pulgadas.

(a) Unicamente para carga estática.

(b) Se aceptan roscas en los planos de corte.

(c) La capacidad a tracción de la porción roscada de una barra, con extremos ensanchados basada en el área de la sección correspondiente al diámetro mayor de la rosca, $A_b$ , será mayor que el valor obtenido al multiplicar $F_y$ por el área nominal del cuerpo de la barra antes de su ensanchamiento.

(d) Para pernos A325 y A490 sujetos a cargas de fatiga, véase el Apéndice D.

(e) Los valores tabulados se reducirán en un veinte por ciento (20%) cuando las conexiones tipo aplastamiento utilizadas para unir miembros en tracción tengan una disposición de conectores cuya longitud, medida en la dirección paralela a la de la fuerza, sea mayor de 1270 mm.

Fuente: COVENIN 1618-98 (Tabla 22.6)

Resistencia al aplastamiento

La resistencia minorada al aplastamiento se verificará tanto en las conexiones tipo aplastamiento como en las de deslizamiento crítico. El uso de agujeros agrandados y de ranura en la dirección paralela a la línea de fuerza está restringida a las conexiones de deslizamiento crítico.

La resistencia minorada al aplastamiento de la conexión será la suma de las resistencias minoradas al aplastamiento de los pernos individuales. En las uniones de los sistemas resistentes a sismos esta resistencia minorada no será mayor que 2.4d t Fu.

Para un perno en una conexión con agujeros estándar, agujeros agrandados y agujeros de ranura corta independientemente de la dirección de la línea de acción de las fuerzas, o en agujeros de ranura larga donde el eje mayor de la ranura es paralelo a la fuerza de aplastamiento la resistencia minorada al aplastamiento será φ Rt, con un factor de minoración de la resistencia teórica φ = 0.75 y la resistencia teórica Rt se determinará como se indica a continuación:



1. Cuando la deformación en el agujero del perno sometido a solicitaciones de servicio es una consideración de diseño:

$Rt = 1.2\ Lc\ t\ Fu \leq 2.4\ d\ t\ Fu$

2. Cuando la deformación en el agujero del perno sometido a solicitaciones de servicio no es una consideración de diseño:

$Rt = 1.5\ Lc\ t\ Fu \leq 3.0\ d\ t\ Fu$

3. Para un perno en una conexión con agujeros de ranura larga, cuyo eje mayor sea perpendicular a la dirección de la línea de acción de las fuerzas

$Rt = Lc\ t\ Fu \leq 2.0\ d\ t\ Fu$

Donde:

Fu = Resistencia mínima de agotamiento en tracción especificada para la parte conectada.

Lc = Distancia libre en la dirección de la fuerza, entre el borde del agujero y el borde del agujero adyacente o al borde del material.

d = Diámetro nominal del perno.

t = Espesor de la parte conectada.

Resistencia al corte y tracción combinadas

En las conexiones de tipo aplastamiento la resistencia minorada de los pernos y partes roscadas sometidos a tracción y corte combinados será φ Ft Ab, con un factor de minoración de la resistencia teórica φ = 0.75 y Ft es la tensión teórica de tracción calculada de las fórmulas dadas en la Tabla No.2 presentada a continuación como función fv, la tensión de corte producida por las solicitaciones mayoradas. La tensión minorada φ Ft dada en la Tabla No. 1 deberá ser igual o mayor que la tensión de corte mayorada, fv. En las conexiones del tipo deslizamiento crítico la resistencia minorada de los pernos y partes roscadas sometidos a tracción y corte combinados se determinará de acuerdo a las consideraciones a realizar a posteriores en esta tesis.

## TABLA NO. 2

## PRETENSIÓN MÍNIMA ESPECIFICADA EN PERNOS DE ALTA RESISTENCIA

| DIÁMETRO DEL PERNO d mm (plg) | PERNOS A325 $T_b$ Kgf * | PERNOS A490 $T_b$ Kgf* |
|---|---|---|
| 13 (1/2) | 5440 | 6800 |
| 16 (5/8) | 8620 | 10900 |
| M16 | 9280 | 11600 |
| 19 (3/4) | 12700 | 15900 |
| M20 | 14500 | 18250 |
| M22 | 18000 | 22500 |
| 22 (7/8) | 17700 | 22200 |
| M24 | 21000 | 26200 |
| 25 (1) | 23100 | 29000 |
| M27 | 27200 | 34000 |
| 29 (1 1/ 8) | 25400 | 36300 |
| M30 | 33200 | 41600 |
| 32 (1 1/ 4) | 32200 | 46300 |
| 35 (1 3/ 8) | 38600 | 54900 |
| M36 | 48400 | 60700 |
| 38 (1 1/ 2) | 46700 | 67100 |



*Nota: Igual a 0.70 de la mínima resistencia a tracción de los pernos, redondeada de acuerdo con las normas ASTM A325/A325M y ASTM A490/A490M para pernos con roscas UNC.

**Fuente:** COVENIN 1618-98 (Tabla 22.7)

Efecto de apalancamiento

La resistencia minorada de los pernos requerida para soportar tracciones directas se calculará considerándolos efectos de las cargas externas mayoradas y cualquier tracción resultante del efecto de apalancamiento producido por la deformación de las partes conectadas.

Fatiga

En los pernos de alta resistencia no apretados totalmente, pernos corrientes, y los pernos de anclaje roscados con reducciones, torneados o

laminados, el máximo recorrido de tensiones en el área neta de tracción, definida por la siguiente fórmula:

$$A_t = \frac{\pi}{4}\left(d - \frac{0.9743}{n}\right)^2$$

Donde:

d = Diámetro nominal del cuerpo o vástago sin roscar, mm o plg.

n = Número de roscas por unidad de longitud, mm o plg.

Considerando la carga normal aplicada conjuntamente con el momento debido al efecto de apalancamiento no excederá el recorrido de tensiones de diseño calculado con la fórmula siguiente considerando para el factor Cf la Categoría E´ (Tabla No. 3) y para el umbral de tensiones FTH la Categoría D (Tabla No. 4).



$$F_{SR} = \left(\frac{C_f}{n}\right)^{0.333} \geq F_{TH}$$

Donde:

FSR = Recorrido de tensiones de cálculo o de diseño.

Cf = Constante correspondiente a la Categoría de tensiones, dado en la Tabla No. 3.

n = número de fluctuaciones del recorrido de tensiones para la vida de diseño considerada, e igual al producto del las fluctuaciones diarias del recorrido de tensiones por trescientos sesenta y cinco días y por el número de años correspondientes a la vida de proyecto.

FTH = Umbral de fatiga del recorrido de tensiones, correspondiente al máximo recorrido de tensiones durante la vida de proyecto.

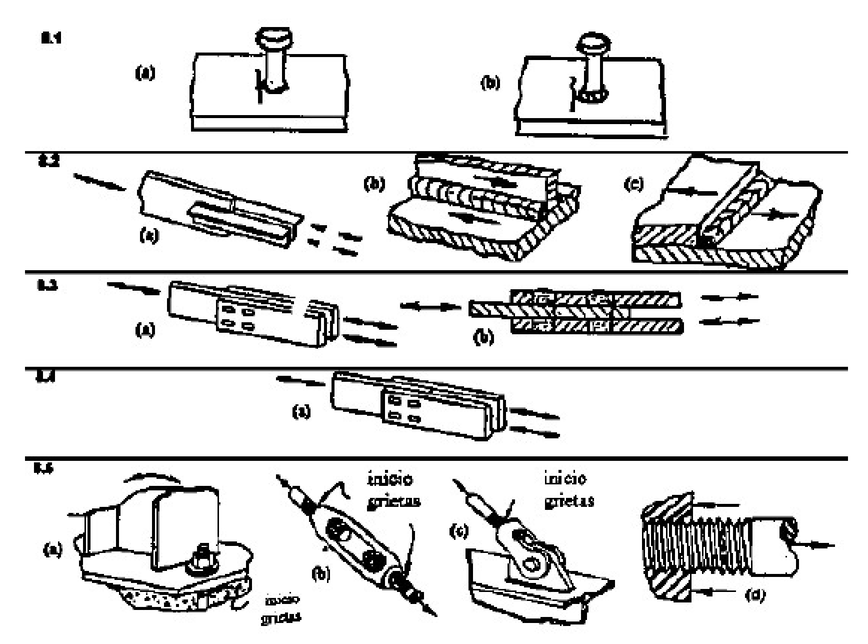
**TABLA NO. 3**

**PARAMETROS DE DISEÑO POR FATIGA**

**UNIONES VARIAS**

| DESCRIPCIÓN | CATEGORIA DE TENSIÓN | $C_t$ | $F_{TH}$ kgf/cm$^2$ | Inicio de grieta potencial |
|---|---|---|---|---|
| 8.1 Metal base en conectores de corte tipo espárrago unidos por soldadura de filete o por soldadura aplicada por equipo eléctrico especial. | C | $1.55x10^{15}$ | 700 | En el borde de la soldadura en el metal base. |
| 8.2 Corte en la garganta de soldaduras de filete longitudinal, continuas o intermitentes. | F | $1.76x10^{17}$ Fórm. (D-2) | 562 | En la garganta de la soldadura. |
| 8.3 Metal base en las soldaduras de tapón o canal. | E | $3.87x10^{14}$ | 316 | En el metal base en el extremo de la soldadura. |
| 8.4 Corte en soldaduras de tapón o canal | F | $1.76x10^{17}$ Fórm. (D-2) | 562 | En la superficie de falla. |
| 8.5 Pernos de alta resistencia no totalmente apretados, pernos comunes, barras roscadas para anclajes y barras de suspensión. El recorrdio de las tensiones de tracción se debe a solicitaciones por acciones variables más el efecto de aplancamiento, cuando sea aplicable. | E' | $1.37x10^{14}$ | 492 | En la raíz de la rosca propagándose dentro del área traccionada. |






Fuente: COVENIN 1618-98 (Tabla D1 Sección 8)

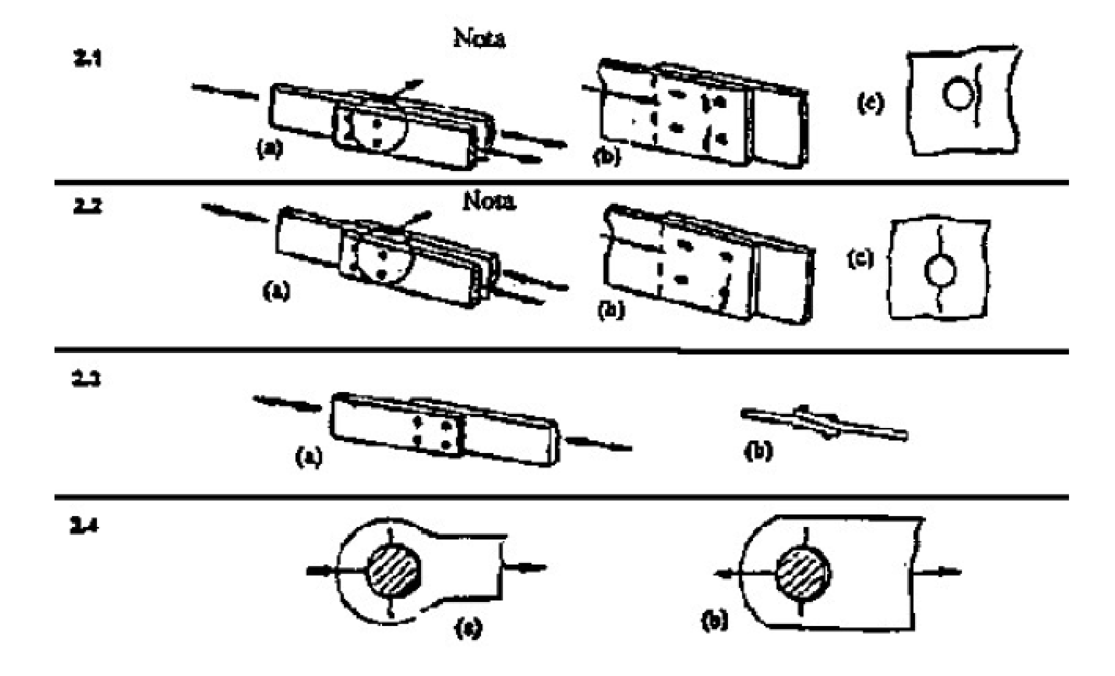
## TABLA NO. 4

## PARAMETROS DE DISEÑO POR FATIGA

## JUNTAS EMPRENADAS O CON PASADORES

| DESCRIPCIÓN | CATEGORIA DE TENSIÓN | $C_t$ | $F_{TH}$ kgf/cm$^2$ | Inicio de Grieta potencial |
|---|---|---|---|---|
| 2.1 Área total del metal base en las juntas solapadas conectadas con pernos de alta resistencia en juntas que satisfacen los requisitos de las conexiones de deslizamiento crítico. | B | $4.22x10^{15}$ | 1125 | A través de la sección próxima al agujero. |
| 2.2 Sección neta del metal base de las uniones con pernos de alta resistencia, diseñadas sobre la base de la resistencia al aplastamiento, pero fabricadas e instaladas según todos los requisitos de las conexiones de deslizamiento crítico. | B | $4.22x10^{15}$ | 1125 | En la sección neta que se origina al lado del agujero. |
| 2.3 Sección neta del metal base de cualquier otra junta mecánicamente unida, excepto las bielas y planchas conectadas con pasadores. | D | $7.74x10^{14}$ | 492 | En la sección neta que se origina al lado del agujero. |
| 2.4 Sección neta del metal base de bielas y planchas conectadas con pasadores. | E | 3.87x10[illegible] | 316 | En la sección neta que se origina al lado del agujero. |






Fuente: COVENIN 1618-98 (Tabla D1 Sección 9)

En las juntas fabricadas e instaladas que no satisfagan los requisitos para conexiones de deslizamiento crítico de la Sección J3.8 (LRFD), con excepción de los requisitos de la superficie deslizante, se supondrá que la carga normal, el momento aplicado más los efectos de apalancamiento son soportados exclusivamente por los pernos o las barras.

En las juntas fabricadas e instaladas que satisfagan todos los requisitos para conexiones de deslizamiento crítico de la Sección J3.8, con excepción de los requisitos de la superficie deslizante, se permitirá usar un análisis de rigideces relativas de las partes conectadas y los pernos para determinar el recorrido de tensiones en tracción en los pernos pretraccionados por el total de la carga variable de servicio, el momento y los efectos de apalancamiento. Alternativamente, se podrá suponer que el recorrido de tensiones en los pernos es igual a las tensiones en el área neta de tracción debida al veinte por ciento (20 %) del valor absoluto de la carga normal de servicio y el momento debido a las cargas permanentes, variables y otras acciones.



Diseño para el estado límite de servicio

En las conexiones empernadas del tipo de deslizamiento crítico se verificará que bajo las cargas deservicio no se produzca deslizamiento.

La resistencia minorada al corte será igual o mayor que el corte en el perno debido a las solicitaciones de servicio. La resistencia minorada a por corte de un perno en una conexión de deslizamiento crítico será φ Fv Ab , donde:

Fv = Tensión teórica a corte en conexiones de deslizamiento crítico, dada en la Tabla No. 5 mostrada a continuación.

**TABLA NO. 5**

**TENSIONES TEÓRICAS DE CORTE EN CONEXIONES TIPO DESLIZAMIENTO CRÍTICO CON PERNOS DE ALTA RESISTENCIA PARA CADO PLANO DE CORTE Y CONSIDERANDO SUPERFICIE CLASE A**

| TIPO DE PERNO | TENSIÓN TEÓRICA DE CORTE, $F_v$ | | |
|---|---|---|---|
| | AGUJEROS ESTANDAR | AGUJEROS AGRANDADOS Y DE RANURA CORTA | AGUJEROS DE RANURA LARGA |
| A325/A325M | 1195 | 1060 | 844 |
| A490/A490M | 1480 | 1265 | 1060 |

**Fuente:** COVENIN 1618-98 (Tabla 22.9)



φ = 1.0 en agujeros estándar, agrandados,de ranura corta y larga cuando el alargamiento

sea perpendicular a la línea de fuerza.

0.85 en agujeros de ranura larga cuando el alargamiento sea paralelo a la línea de fuerza.

Cuando la hipótesis de solicitaciones de servicio incluya solicitaciones debidas al viento adicional a las solicitaciones permanentes y variables, el corte total sobre el perno será multiplicado por 0.75.

Los valores de Fv en la Tabla No. 5 se han calculado con un coeficiente de deslizamiento μ = 0.33 correspondiente a una superficie Clase A, que comprende superficies limpias de cascarilla de laminación y superficies limpiadas con chorro de arena y protegidas con un protector Clase A. Cuando los documentos

contractuales especifiquen condiciones especiales para las superficies en contacto, la resistencia teórica al deslizamiento se ajustará a los valores aplicables de la norma del Research Council on Structural Connections.

La resistencia minorada a corte de un perno solicitado por una fuerza de tracción sin mayorar Tsb que reduce su fuerza neta de apriete, será φ Fv Ab multiplicada por el siguiente factor:

$$1-\frac{T_{sb}}{0.8\,T_b\,n_b}$$

Donde

Tb = Carga mínima de pretensión dada en la Tabla No. 2.

nb = Número de pernos que soporta la tracción de servicio Tsb.



<u>Diseño para el estado límite de agotamiento resistente</u>

En el estado límite de agotamiento resistente la resistencia minorada al deslizamiento de un perno, φ Rstr, será igual o mayor que las solicitaciones mayoradas. La resistencia teórica será:

Rstr = 1.13 μ Tb ns

Donde:

Tb = Tracción mínima del conector dada en la Tabla No. 2.

ns = Número de planos de deslizamiento.

μ = Coeficiente medio de deslizamiento para superficies Clases A, B o C.

A menos que se establezca mediante ensayos, se utilizarán los siguientes valores:

(a) Superficies Clase A. Son las superficies libres de cascarilla de laminación no pintadas o superficies limpiadas por medio de chorro de arena y protegidas con un protector Clase A,

$\mu = 0.33$.

(b) Superficies Clase B. Son las superficies limpiadas con chorro de arena y no pintadas o superficies limpiadas con chorro de arena y protegidas con un protector Clase B,

$\mu = 0.50$.

(c) Superficies Clase C. Superficies galvanizadas en caliente y superficies rugorosas, μ = =0.35.



Se usarán los siguientes valores para el factor de minoración de la resistencia, φ , en función del tipo de agujero:

(a) Para agujeros estándar, $\varphi = 1.0$.

(b) Para agujeros agrandados y de ranura, $\varphi = 0.85$.

(c) Para agujeros de ranura larga transversales a la dirección de la carga, $\varphi = 0.70$.

(d) Para agujeros de ranura larga paralelos a la dirección de la carga, $\varphi = 0.60$.

En las conexiones de deslizamiento crítico diseñadas con agujeros estándar podrán utilizarse calzas o planchas de ajuste de hasta 6 mm de espesor sin reducir la resistencia nominal de corte del conector especificada para perforaciones de ranura.

La resistencia minorada a corte de un perno solicitado por una fuerza de tracción mayorada Tub que reduce su fuerza neta de apriete, será φ Rstr , multiplicada por el siguiente factor:

$$1-\frac{T_{ub}}{1.13\,T_b\,n_b}$$

Donde

Tb = Carga mínima de pretensión dada en la Tabla No.2.

nb = Número de pernos que soportan la tracción mayorada Tub.

Aplastamiento en el área de contacto de materiales de acero

La resistencia minorada al aplastamiento en las superficies de contacto será φ Rt. El factor de minoración de la resistencia teórica será φ = 0.75 y la resistencia teórica Rt dependerá de los diferentes tipos de superficies, como se indica a continuación:



(a) Para superficies precisamente planas, en los pasadores colocados en los agujeros escariados, taladrados o perforados, y en los extremos de los rigidizadores de apoyo

Rt= 1.8 Fy Apb

Donde:

Apb = Proyección del área de apoyo.

Fy = Tensión cedente mínima especificada.

(b) En los rodillos de las juntas de dilatación y en los balancines

Cuando d ≤ 63. 5 cm

Rt = 0.06 (Fy - 914 ) L d

Cuando d > 63.5 cm

Rt = 0.478 (Fy -914) L d

Donde:

L = Longitud de apoyo, cm.

d = Diámetro del rodillo o balancín, cm.

Aplastamiento en apoyos de concreto

En ausencia de normas o reglamentaciones referentes a la resistencia por aplastamiento de losapoyos de concreto, se tomará como resistencia minorada φc Np , con φc = 0.60 y Np de acuerdo con los siguientes casos:

(a) En el área total del apoyo de concreto



Np = 0.85 Fc A1

(b) En un área parcial del apoyo de concreto, con la condición

$$\sqrt{A_2/A_1} \leq 2$$

$$N_p = 0.85 F_c A_1 \sqrt{A_2/A_1}$$

A1 = Área de contacto del acero que descansa concéntricamente sobre un apoyo de concreto, cm2.

A2 = Máxima área de la porción de la superficie de concreto que es geométricamente similar y concéntrica con el área cargada, cm2.

Fc = Resistencia especificada del concreto a la compresión, kgf/cm2 .

<u>Agujeros</u>

Los tamaños máximos de los agujeros para pernos serán los de la Tabla No. 6 excepto que podrán utilizarse agujeros más grandes en las bases de las columnas, cuando sean necesarios por las tolerancias en la localización de los pernos de anclaje en las fundaciones de concreto.

**TABLA NO. 6**

**DIMENSIONES NOMINALES DE AGUJEROS**

| DIÁMETRO DEL PERNO d mm ( plg) | **DIMENSIONES DE AGUJEROS, $d_a$** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ***Estándar*** Diámetro | ***Agrandados*** Diámetro | ***Ranura corta*** (ancho x largo) | ***Ranura larga*** (ancho x largo) |
| 13 (1/2) | 14.3 | 15.9 | 14.3 x 17.5 | 14.3 x 31.8 |
| 16 (5/8) | 17.5 | 20.6 | 17.5 x 22.2 | 17.5 x 39.7 |
| M16 | 18.0 | 20.0 | 18 x 22 | 18 x 40 |
| 19 (3/4) | 20.6 | 23.8 | 20.6 x 25.4 | 20.6 x 47.6 |
| M20 | 22.0 | 24.0 | 22 x 26 | 22 x 50 |
| M22 | 24.0 | 28.0 | 24 x 30 | 24 x 55 |
| 22 (7/8) | 23.8 | 27.0 | 23.8 x 28.6 | 23.8 x 55.6 |
| M24 | 27.0 (a) | 30.0 | 27 x 32 | 27 x 60 |
| 25 (1) | 27.0 | 31.8 | 27.0 x 33.3 | 27.0 x 63.5 |
| M27 | 30.0 | 35.0 | 30 x 37 | 30 x 67 |
| ≥ 29 (1 1/ 4) | d+ 2.0 | d + 8.0 | (d + 2.0 ) ( d + 9.5) | (d + s.0) (2.5d) |
| M30 | 33.0 | 38.0 | 33 x 40 | 33 x 75 |
| ≥ M36 | d+ 3.0 | d + 8.0 | (d + 3 ) ( d +10) | (d + 3) (2.5d) |

Nota: (a) La tolerancia permite usar pernos de 25 mm.



**Fuente:** COVENIN 1618-98 (Tabla 22.2)

A menos que el ingeniero estructural responsable por el proyecto lo especifique de otra manera, los agujeros serán del tamaño estándar. No se usarán agujeros de ranura en las conexiones de los miembros sometidos a fatiga.

Podrán utilizarse planchas de relleno de hasta 6 mm de espesor en las conexiones de deslizamiento crítico diseñadas con agujeros estándar sin reducir la resistencia teórica al cortante del perno especificada para perforaciones alargadas.

Cuando el espesor del material no es mayor que el diámetro nominal del perno aumentado en 3 mm, los agujeros pueden ser punzonado, pero deben taladrarse o subpunzonarse y luego escariarse cuando el espesor sea mayor. El troquel para todos los agujeros subpunzonados y la barrena para todos los subtaladrados serán como mínimo 2 mm (1/16 plg) menores que el diámetro nominal de los pernos. Todos los agujeros que se ejecuten en planchas de acero A514 de espesor superior a 13 mm serán taladrados.



En las secciones expuestas a rotaciones plásticas, los agujeros para pernos en el área a tracción deberán ser subponzonados y escariados, o bien taladrados a su tamaño final. Se pueden utilizar en las uniones planchas de relleno totalmente encajadas con un espesor inferior a 6.mm, sin necesidad de cambiar la carga de diseño de la conexión. La orientación de estas platinas es independiente de la dirección de aplicación de la carga.

El uso de pernos de alta resistencia deberá ajustarse a los requisitos de la norma RCSC Load and Resistance Factor Design Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolt (Especificaciones para el Uso de los Pernos ASTM A325 o A490 según el Método de los Estado Límites AISC LRFD, del Consejo de Investigaciones de Conexiones Estructurales).

A continuación se presentan los diferentes tipos de agujeros:

1. Agujeros agrandados: Podrán utilizarse agujeros agrandados en todos los empalmes diseñados con conexiones de deslizamiento crítico, pero no en las conexiones por aplastamiento.

2. Agujeros de ranura corta: Los agujeros de ranura corta podrán utilizarse en todos los empalmes, sean diseñados como conexiones tipo aplastamiento o de deslizamiento crítico. En las conexiones de deslizamiento crítico no será necesario considerar la orientación de la ranura en el agujero, pero en las conexiones del tipo aplastamiento, la dirección de la ranura en el agujero será perpendicular a la línea de acción de la carga.



3. Agujeros de ranura larga: Se utilizarán agujeros ranura larga solamente en una de las partes empalmadas de una conexión de deslizamiento crítico o por aplastamiento que presente una superficie de contacto individual. Los agujeros de ranura larga podrán utilizarse sin consideración de la dirección de la carga en conexiones de deslizamiento crítico, pero serán perpendiculares a la dirección de la carga en conexiones tipo aplastamiento. En las planchas exteriores con agujeros de ranura larga se suministrarán pletinas a modo de arandelas o pletinas continuas con agujeros estándar de tamaño suficiente como para cubrir totalmente el agujero de ranura larga después de su colocación. En las conexiones con pernos de alta resistencia, las arandelas de pletina o las pletinas continuas

tendrán un espesor no menor de 8 mm (5/16 plg) y de un material de grado estructural no necesariamente endurecido.

Separación mínima entre los agujeros

La distancia entre los centros de los agujeros de cualquier tamaño no será menor a 2.7 veces el diámetro nominal del perno, pero preferiblemente no será menor de 3 diámetros. La separación entre pernos cumplirá con los requisitos de aplastamiento.

Separación máxima entre los agujeros

La separación longitudinal entre los pernos de elementos en contacto continuo consistentes de una plancha y un perfil o dos planchas será la indicada a continuación:



(a) En los miembros pintados o los no pintados y no sometidos a corrosión, la separación no excederá de 24 veces el espesor de la plancha más delgada ni de 300 mm.

(b) En los miembros no pintados de acero resistente a la corrosión sujetos a la corrosión atmosférica, la separación no excederá de 14 veces el espesor de la plancha más delgada ni 180 mm.

Distancias mínimas al borde de los agujeros

Las distancias de los centros de los agujeros estándar a cualquier borde no será menor que las especificadas en la Tabla No. 7.

## TABLA NO. 7

## DISTANCIA MÍNIMA AL BORDE

$L_e$ en mm
(Centro del agujero estándar al borde de la parte conectada [b] )

| DIAMETRO NOMINAL DEL PERNO d mm ( plg ) | A BORDES CORTADOS CON CIZALLA | A BORDES LAMINADOS DE PLATINAS, PERFILES O BARRAS Y BORDES CORTADOS CON SOPLETE [c] |
|---|---|---|
| 13 (1/2) | 22 | 19 |
| 16 (5/8) | 29 | 22 |
| M16 | 28 | 22 |
| 19 (3/4) | 32 | 25 |
| M20 | 34 [d] | 26 |
| M22 | 38 [d] | 28 |
| 22 (7/8) | 38 [d] | 29 |
| M24 | 42 [d] | 30 |
| 25 (1) | 44 [d] | 32 |
| M27 | 48 | 34 |
| 29 (1 1/8) | 51 | 38 |
| M30 | 52 | 38 |
| 32 (1 1/ 4) | 57 | 41 |
| ≥ 32 (1 1/ 4) | 1.75d | 1.25 d |
| M36 | 64 | 46 |
| ≥ M36 | 1.75d | 1.25d |



Notas:
(a) Se permite usar una menor distancia cuando resulte de las Fórmulas del Artículo 22.9 :
(b) Para agujeros agrandados o de ranura, véase la Tabla 22.6
(c) Todas las distancias al borde en esta columna pueden reducirse en 3 mm cuando la perforación está en un punto en donde la tensión no excede el veinticinco por ciento ( 25 % ) de lamáxima resistencia en el elemento.
(d) Pueden ser 32 mm en los extremos de ángulos que conectan vigas y en las conexiones con planchas extremas.

**Fuente:** COVENIN 1618-98 (Tabla 22.3)

Las distancia del centro de los agujeros ensanchados o alargados a cualquier borde será menor que la estipulada para agujeros estándar más el incremento aplicable s2 de la Tabla No. 8.

## TABLA NO. 8

## VALORES DEL INCREMENTO DE DISTANCIA AL BORDE

$s_2$ , mm

| DIÁMETRO NOMINAL DEL PERNO d mm (plg.) | AGUJEROS AGRANDADOS | AGUJEROS DE RANURA | | |
|---|---|---|---|---|
| | | PERPENDICULARES AL BORDE | | PARALELOS AL BORDE |
| | | RANURA CORTA | RANURA LARGA (a) | |
| ≤ 22 (M22; 7/8) | 2 | 3 | | |
| M24; 25 (1) | 3 | 3 | 0.75 d | 0 |
| ≥ M27; 29 (1 1/8) | 3 | 5 | | |

Notas:
(a) Cuando la longitud de la ranura es menor que la máxima permisible en la Tabla 22.1, $s_2$ puede puede reducirse a la mitad de la diferencia entre las longitudes máxima y real de la ranura.

**Fuente:** COVENIN 1618-98 (Tabla 22.5)



Las distancias a los bordes cumplirán con los requisitos de aplastamiento.

La resistencia teórica al aplastamiento se fundamenta en que la distancia entre el centro del primer perno y el borde de la plancha en dirección de la fuerza no sea menor que 1.5 el diámetro nominal del perno, d [Kulak et al., 1987]. Para asegurar la máxima resistencia al aplastamiento y por un razonamiento similar, la distancia medida sobre la línea de la fuerza, desde el centro de cualquier perno al borde más cercano al agujero, no será menor de 3 d. Los numerosos resultados experimentales indican que la resistencia crítica al aplastamiento es directamente proporcional a las distancias definidas previamente, hasta un máximo de 3 d, por encima de la cual no se consigue una resistencia adicional al aplastamiento [Kulak et al., 1987]. En las Tablas No. 8 y No. 9 se especifican los incrementos s1 y s2 en la separación a considerar para compensar el incremento de las dimensiones de los agujeros según la dirección de la línea de fuerza respecto al eje del agujero.

**TABLA NO. 9**

**VALORES DEL INCREMENTO DE DISTANCIA AL BORDE**

**$s_1$ , mm**

| **DIÁMETRO NOMINAL DEL PERNO d** mm (plg) | **AGUJEROS AGRANDADOS** | **AGUJEROS DE RANURA** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **PERPENDICULAR A LA LÍNEA DE FUERZA** | **PARALELA A LA LÍNEA DE LA FUERZA** | |
| | | | **RANURA CORTA** | **RANURA LARGA** [a] |
| ≤ 22 (M22; 7/8) | 3 | 0 | 5 | 1.5d - 2.0 |
| M24; 25 (1) | 5 | 0 | 6 | 37 |
| ≥ M27; 29 (1 1/8) | 6 | 0 | 8 | 1.5d - 2.0 |

Nota:
(a) Cuando la longitud de la ranura es menor que la máxima permitida en la Tabla 22.1, el incremento $s_1$ puede reducirse en la diferencia entre la longitud máxima y la longitud real de la ranura.

**Fuente:** COVENIN 1618-98 (Tabla 22.4)



La tensión crítica de aplastamiento es una función de la resistencia a tracción del material, la separación entre los pernos y la distancia de éstos a los bordes. Los ensayos han demostrado la relación lineal descrita por la fórmula presentada a continuación [Kulak et al., 1987]. Ella constituye un buen límite inferior a los datos publicados para conexiones de un solo perno con agujeros estándar, y es conservadora para conexiones de múltiples pernos adecuadamente espaciados:

$$\frac{F_{pcr}}{F_u} = \frac{L_e}{d}$$

Donde

Fpcr = Tensión crítica de aplastamiento.

Fu = Resistencia a la tracción mínima especificada para el acero del material conectado.

Le = Distancia medida a lo largo de la línea de acción de la fuerza , desde el centro de un agujero al borde más cercano de un perno adyacente o al borde libre de una parte conectada ( en la dirección de las tensiones).

d = Diámetro nominal del perno.

En la edición de 1994, el Research Council on Structural Connections [RCSC, 1994] formuló la resistencia al aplastamieto en función de la distancia libre entre el borde del agujero y el borde del agujero adyacente o al borde del material, Lc , en lugar de la tradicional distancia tomada desde el centro de los agujeros, Le. Sin embargo se ha considerado conveniente durante la transición entre normas, mantener la Tabla No. 7 en términos de Le. Usando el diámetro del agujero, da, y la distancia centro a centro entre los mismo, s, la relación entre las distancias Lc y Le, puede escribirse en los siguientes términos:



Para pernos interiores: Lc = s - da

Para pernos externos : Lc = Le - 0.5 da

Desde hace mucho tiempo se sabe que la tensión de aplastamiento en un solo perno es más dependiente de la distancia dada al borde que en una conexión con muchos pernos [Jones, 1940]. Por esta razón, las conexiones con un solo perno requieren una mayor distancia al borde, en la dirección de la fuerza transmitida, que las conexiones que tienen dos o más pernos.

La distancia mínima transversal en dirección de la carga se debe fundamentalmente a tolerancias de fabricación y montaje, y tiene muy pequeño o casi ninguna influencia en la resistencia del miembro.

Distancias máximas al borde de los agujeros

La distancia máxima desde el centro de un conector al borde más cercano de una de las piezas en contacto será 12 veces el espesor de la plancha, pero no excederá de 150 mm.

Disposiciones

Las conexiones que hayan de transmitir solicitaciones se diseñarán para una fuerza cortante mayorada no menor de 5000 kgf, excepto en las rejillas, tensores y correas.

Los baricentros de los grupos de pernos colocados en los extremos de cualquier miembro que transmitan a éste fuerzas axiales, se situarán sobre la directriz del miembro, a menos que se consideren los efectos producidos por las excentricidades resultantes.



Las juntas empernadas de los miembros de los sistemas resistentes a sismo se diseñarán y fabricarán para que sean controladas por un estado límite dúctil en el miembro o en la conexión, cualquiera de los dos.

Todos las superficies de contacto se prepararán como superficies Clase A o mejor para la condición de juntas de deslizamiento crítico. La resistencia minorada a corte de las juntas empernadas se podrá calcular como juntas de tipo aplastamiento.

La resistencia minorada al cortante y/o a las combinaciones de corte y tracción de las juntas empernadas será la establecida en las consideraciones ya

realizadas, excepto que la resistencia teórica al aplastamiento en los agujeros de los pernos no se tomará mayor que 2.4 d t Fu.

## 2.3. OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE.

### 2.3.1. DEFINICION NOMINAL.

DISENO ESTRUCTURAL

### 2.3.2. DEFINICION CONCEPTUAL.

El diseño estructural consiste en obtener dimensiones de los elementos estructurales tales, que las solicitaciones que produzcan las cargas a las que va a estar sometida la estructura, sean soportadas en forma segura y económica (Vezga, 1985).



### 2.3.3. DEFINICION OPERACIONAL.

El diseño estructural de conexiones consiste en obtener dimensiones de los componentes estructurales que integran la conexión de tal forma que las solicitaciones que produzcan las cargas a las que va a estar sometida la estructura, sean soportadas en forma segura y económica (Araujo y Burneo, 2008).

## 2.3.4. OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE.

**Objetivo General:** Diseñar conexiones apernadas en estructuras de acero bajo la norma COVENIN 1618-98 y el STAAD.PRO DESING.

| OBJETIVOS ESPECIFICOS | VARIABLE | DIMENSIONES | INDICADORES |
|---|---|---|---|
| Simular una estructura aporticada tipo bajo las combinaciones de carga establecidas por la norma AISC-LRFD | | ESTRUCTURA APORTICADA TIPO | • Cargas primarias.<br>• Combinaciones de cargas. |
| Definir las características geométricas y físicas que determinan las conexiones apernadas en las estructuras de acero. | DISENO ESTRUCTURAL | CONEXIONES APERNADAS | • Resistencia de los perfiles a conectar.<br>• Resistencia de los pernos.<br>• Perfiles a conectar.<br>• Cantidad de pernos en alma.<br>• Dimensiones de plancha de conexión.<br>• Cantidad de pernos en ala (Conexión de momento).<br>• Orificios para pase pernos.<br>• Separaciones a bordes desde orificios.<br>• Espesores de soldadura.<br>• Resistencia de la soldadura. |
| Diseñar las conexiones apernadas de las estructuras metálicas definidas bajo la norma COVENIN 1618-98. | | | • Conexiones de corte<br>• Conexiones a momento<br>• Apoyo de columnas (plancha -base) |
| Diseñar las conexiones apernadas de las estructuras metálicas definidas en con STAAD.PRO DESING 2007 | | | |
| Analizar los resultados obtenidos de las conexiones apernadas desde el punto de vista geométrico y cantidad de materiales. | | Como resultado de la investigación | |

**Fuente:** Araujo y Burneo (2008)

## 2.4. TERMINOS BÁSICOS

Para los efectos de esta tesis, se establecen las siguientes definiciones:

**ASTM:** American Society for Testing and Materials, organismo norteamericano que desarrolla estándares normativos para diversas clases de materiales.

**Carbono**: Elemento químico reductor por excelencia que se encuentra presente en los aceros y en todos los combustibles.

**Dureza:** Es la resistencia de un material para ser penetrado. Usualmente la dureza se obtiene por identación superficial bajo una carga estatica.



**Esfuerzo de fluencia (cedencia):** Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material sin tener deformación plástica.

**Fatiga:** Degradación de un material causada por la acción de cargas cíclicas.

**Perfil**: Barra de acero con sección o perfil de forma especial obtenida mediante el proceso de laminación. Se emplean en viguetas, pies derechos y estructuras metálicas en general.

**Pórticos:** Es una estructura plana con cargas actuando no solo en su plano, no existen solicitaciones perpendiculares al plano de la estructura y cada uno de sus

nodos tiene tres grados de libertad, dos desplazamientos, vertical y horizontal, y una rotación. (Norma venezolana COVENIN 1756:2001-1).

**Resistencia a la tensión.** Esfuerzo que corresponde a la carga máxima que puede soportar un material a la tensión.

**Tamaño de grano:** Es la dimensión de los granos o cristales en un metal policristalino.

**Tenacidad:** Capacidad de un material para absorber energía antes de fracturarse.

# CAPÍTULO III

## Marco Metodológico

# CAPÍTULO III

# MARCO METODÓLOGICO

Este capítulo, de manera general, contiene la descripción de las técnicas, métodos y pasos que han sido implementados para ejecutar este trabajo de investigación.

## 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.



De acuerdo a los objetivos, refiriéndose a los fines que se persiguieron y a su utilidad fuera del ámbito científico (alcance de la investigación) la investigación se clasifica como:

### Investigación Descriptiva.

La investigación es considerada del tipo descriptiva debido a que se evaluará el diseño de conexiones de los elementos que integran una estructura metálica mediante el uso del STAAD.Pro DESIGN 2007, y las funcionalidades que este trae mediante la comparación de los diseños manuales y los diseños aportados de este software.

Con mucha frecuencia el propósito del investigador es describir situaciones y eventos, es decir, como se manifiesta determinado fenómeno o evaluar diversos

aspectos del mismo, ya sean dimensiones o componentes del fenómeno a investigar (Hernández, 1998).

Tamayo y Tamayo (1994), define la investigación descriptiva como aquella en la que se registra, analiza e interpreta la naturaleza actual y la composición ó procesos de los fenómenos. “La investigación descriptiva, trabaja sobre realidades del hecho y sus características fundamentales, presentando una interpretación correcta del mismo”. De igual manera, se sustenta con lo postulado por Méndez (1988), quien explica que, una investigación descriptiva, “identifica características del universo investigado, establece comportamientos concretos, descubre y comprueba la asociación entre variables de investigación”.



Este trabajo de investigación se caracteriza en definitiva por ser descriptivo, dado que está dirigido a comparar metodologías del diseño de conexiones apernadas en estructuras metálicas.

## 3.2. DISENO DE LA INVESTIGACION.

El diseño de la presente investigación según lo propuesto por Hernández, Fernández y Baptista (1994), es de tipo no-experimental, ya que no se hace variar intencionalmente las variables independientes o simplemente resulta imposible manipularlas, a su vez fueron analizadas en su estado natural sin la intervención de los investigadores. Esto implica que si se sigue el procedimiento correcto se debe comparar en condiciones muy específicas que no dependen del investigador sino de los manifiestos y condiciones presentadas en la normativa y bajo el esquema de cálculo del Staad.PRO DESIGN 2007.

La investigación no experimental puede clasificarse en transeccional y longitudinal Hernández, Fernández y Baptista (1994); ubicándose el desarrollo de esta investigación en un diseño transeccional o transversal ya que se recolectarán datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables, analizar su incidencia e interrelacionarlas en un momento dado; a su vez se incluye dentro de los diseños transeccionales descriptivos ya que tiene como objetivo indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables.

## 3.3. POBLACION Y MUESTRA.



### 3.3.1. POBLACION

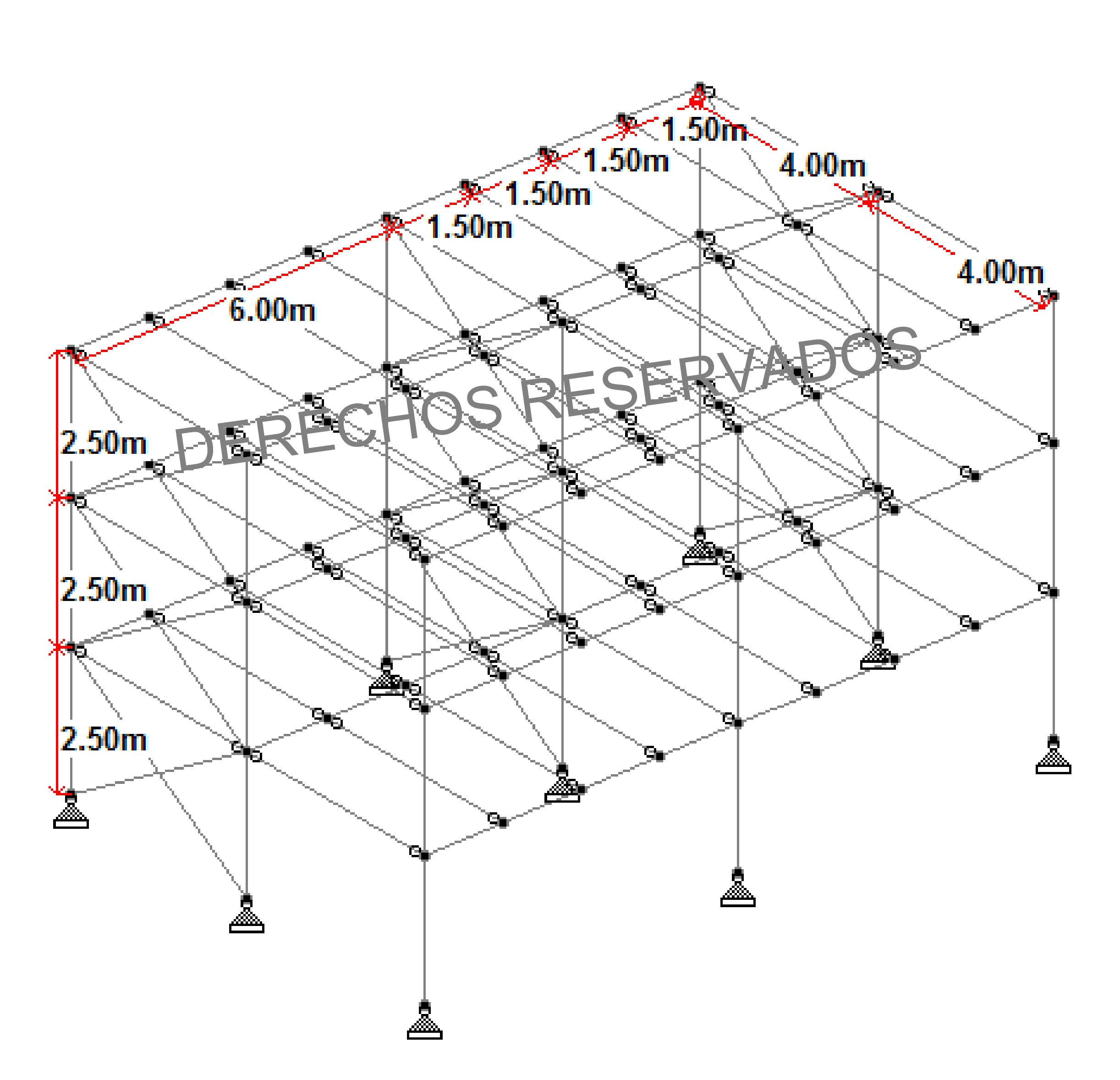
Según Hernández et al (1998), definen a la población como "conjunto de elementos o eventos afines en una o más características tomadas como una totalidad o sobre los cuales se garantiza las conclusiones de la investigación".

La población en tal sentido, depende de la estructura tipo definida, la cual tiene las siguientes características: Estructura metálica de 3 niveles de 2 tramos de 6 metros en eje principal y 2 tramos de 4 metros en eje secundario. Se proyectarán conexiones de momento en el eje principal y conexiones de corte en el eje secundario. Se colocaran correas apoyadas en conexiones de corte en los extremos distanciadas a cada 1,5 metros en cada nivel en sentido paralelo al eje secundario. Todo esto determina 9 columnas con apoyo en la base sin restringir el momento.

A continuación se presenta la geometrización de dicha estructura tipo detallada:

**FIGURA NO. 5**

**ESTRUCTURA TIPO**





**FUENTE:** Araujo y Burneo (2009)

Este aspecto define las siguientes conexiones:

- 72 conexiones de corte en correas-vigas.
- 36 conexiones de momento en vigas-columnas.
- 36 conexiones de corte en vigas-columnas.

Totalizando 144 conexiones.

Por lo destacado anteriormente, se infiere que esta investigación tiene como población 144 tipos de conexiones apernadas a diseñar. En tal sentido se establece como población de la presente investigación a las diferentes conexiones que determinan la unión de elementos en una estructura metálica.



### 3.3.2. MUESTRA

Una muestra es el fragmento significativo de la población que va a ser estudiado. Rísquez, Pereira y Fuenmayor (1999), lo definen “como un sector de la población que se escoge para realizar la investigación; desde luego la investigación a realizar debe ser válida para toda la población”.

Las muestras se obtienen con la intención de inferir propiedades de la totalidad de la población, para lo cual deben ser representativas de la misma. Para cumplir esta característica la inclusión de sujetos en la muestra debe seguir una técnica de muestreo.

Por todo esto, la gran cantidad de tipos de conexiones que conforma la población, determina definir de manera intencional (muestreo no probabilístico) la

cantidad y tipología de conexiones a desarrollar y proyectar. Esta selección muestral dependerá de la importancia de la conexión dentro de la estabilidad de la estructura aporticada tipo definida y del cálculo presentado a continuación de la cantidad mínima de conexiones que deben ser parte de la muestra para que esta sea representativa estadísticamente hablando con referencia a la población de estudio.

En tal sentido, esta selección estará delimitada de la siguiente manera:

8 conexiones de momento en vigas-columnas.

8 conexiones de corte en vigas-columnas.

0 conexiones de corte en correas-vigas (por ser similares desde el punto de vista de cálculo a las anteriores).



Totalizando 16 conexiones como muestra de estudio.

De cada grupo de 8 conexiones del mismo tipo, se comparó mediante cálculo manual la que determinará según las envolventes máximas, ser la conexión más desfavorable. Por tanto, la muestra objeto de estudio está compuesta por un total de 16 conexiones representadas de la siguiente manera, para considerar este número como muestra representativa.

## 3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.

### 3.4.1. TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS.

En cuanto a las diferentes técnicas a utilizar para la recolección de datos que fueron necesarios para el desarrollo de la investigación se destacan las presentadas a continuación.

### 3.4.1.4. OBSERVACION DOCUMENTAL.

En cuanto a las investigaciones sobre la realidad actual, además de constituir los documentos un complemento indispensable de los demás medios de observación de la realidad, han de partir de las anteriores investigaciones realizadas de tipo similar, que respecto a ellas constituyen también fuentes documentales.

En tal sentido, la observación documental y metódica, fundamentalmente, se basa en el establecimiento previo de las variables empíricas y las categorías sobre las que necesitamos recoger información. Una vez establecidas las variables y categorías se examinan sistemáticamente los documentos, con el fin de encontrar los datos contenidos en ellos referentes a cada categoría. La finalidad pretendida es ver si los documentos prueban o no las hipótesis formuladas (Sierra, 1996).



Por consiguiente, se establece la observación documental como elemento de obtención de información, ya que se utilizaron los siguientes documentos para el desarrollo de la tesis:

1) Normas COVENIN, ASCI (2003).
2) Manual de Usuario del STAAD.Pro DESIGN 2007.
3) Textos y bibliografía.
4) Revistas técnicas.

### 3.4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.

En tal sentido, se destaca que los instrumentos de recolección de datos utilizados son los diferentes documentos normativos y de carácter técnico que forman parte del compendio práctico y teórico de la presente investigación, destacando que estos instrumentos son considerados instrumentos validos y confiables dado a que son considerados documentos de uso general y obligatorio en el diseño de estructuras metálicas. Estos documentos fueron desarrollados y validados por expertos en el área.

## 3.5. FASES DE LA INVESTIGACION.



**<u>Fase I – Definición de estructura tipo</u>**

Con el fin de obtener cargas de trabajo para tener un análisis estructural referido a una estructura tipo, fue necesario desarrollar una estructura aporticada tipo. En tal sentido, a continuación se presentan los criterios, procedimientos y bases técnicas que se seguirán para cumplir el objetivo de la presente investigación en cuanto al análisis estructural de la simulación:

<u>Características de los materiales a utilizar:</u>

Acero Estructural: Perfiles Estructurales y Planchas ASTM A36/PS25, Fy= 2530 kg/cm2

Pernos de conexiones: Los pernos estructurales a utilizar serán de alta resistencia de acuerdo las especificaciones ASTM A-325, Tipo I.

Soldaduras: Se utilizarán electrodos E70XX.

Criterios de Diseño:

Las solicitaciones mayoradas sobre la estructura, sus miembros, juntas y conexiones, se determinarán de la hipótesis de solicitaciones que produzca el efecto más desfavorable.

Los miembros y juntas deberán ser capaces de resistir las solicitaciones a las cuales están sometidos siguiendo los procedimientos establecidos en la norma COVENIN 1618-1998 (Estructuras de Acero).

Cargas

Las cargas mínimas a considerarse en el diseño de esta estructura se basan en los siguientes tipos:



I. Acciones permanentes (cargas muertas), las cuales consisten en el peso propio de la estructura y de todo el material unido o soportado permanentemente. Esta Carga Muerta está integrada por:

Peso propio de la lámina losacero Cal. 18 más una capa de concreto de 10 cms…………………………………………………………………260 kg/m2

Acabado……………..………………….. ………………………..100 kg/m2

Cielo raso inferior e instalaciones varias………………….40 kg/m2

Paredes y divisiones internas……………………..…………..150 kg/m2

Totalizando en los entrepisos…………………………………... 550 kg/m2

Peso propio lámina losacero Cal. 18 más una capa de concreto de 10 cms…………………………………………………………..….. 260 kg/m2

Mortero de nivelación e impermeabilización……………..…. 100 kg/m2
Cielo raso inferior e instalaciones varias…………………..40 kg/m2
Totalizando en losa de techo…………………….…………... 400 kg/m2

II. Acciones variables (cargas vivas), entendiéndose todo aquel efecto originado por toda carga no permanente incluyendo personal, herramientas, equipos para montaje y mantenimiento. Se utilizó una sobrecarga de 300 kg/m2 (oficinas) en los niveles entrepiso y 100 kg/m2 en las áreas de la cubierta (COVENIN 2002-88 Criterios y Acciones Mínimas)



III. Acciones accidentales (Sismo): Las Cargas Sísmicas en dirección X, Y y Z se definirán a través de un Espectro sismorresistente, combinado bajo el criterio de combinación cuadrática completa (sus siglas en inglés CQC). El 100% de las máximas respuestas obtenidas en una dirección, se combinan con el 30% de las máximas respuestas obtenidas entre las otras dos direcciones, utilizando un análisis modal, con un número de modos tal que se cumpla un 90% de la participación de la masa en cada modo. Las masas están formadas por las cargas gravitacionales, (Peso de la estructura) y el 100% de la carga viva que actúe en forma gravitacional en los niveles de entrepiso y un 0 % en la cubierta. De acuerdo a la Norma Sísmica Venezolana COVENIN 1756-98

(Estructuras sismorresistentes), el área de estudio tiene las siguientes características:

- Factor de Reducción de Respuesta (R=4.5)
- Zonas Sísmicas (3 - Maracaibo)
- Suelos tipo (S2 – Buen suelo)
- Nivel de diseño (ND3).
- Tipo de Edificación (B2) / Tipo I.
- La aceleración máxima horizontal del terreno expresada en función de la gravedad es de Ao = ($\varphi$ ) 0,20 g.

Revisión de miembros según código AISC-LRFD



Con el propósito de verificar si los miembros seleccionados tienen las propiedades adecuadas para resistir las máximas fuerzas y momentos a los que serán sometidos, se utilizó el comando “CHECK CODE” para que el “STAAD.Pro” indique que miembros superan o fallan ante estas condiciones críticas, aplicando el código LRFD e indicando el valor o relación de resistencia o falla mediante el parámetro “RATIO”. Para efecto de este cálculo se tomó como condición crítica un valor de máximo de 1.00 para el RATIO. En el presente caso todos los elementos cumplen con esta relación, es decir todos los valores de sus ratios son menores que 1.00, por lo que se concluye que dichos elementos satisfacen las solicitaciones de cargas a las cuales serán sometidos.

Cargas Primarias:

CM: Carga muerta.

CV: Carga viva en entrepiso .

CVt: Carga viva en techo.

S x,y,z: Sismo direcciones X, Y, Z respectivamente.

Combinaciones Últimas (LRFD):

Q1: 1.4 CM

Q2: 1.2 CM+ 1.6CV

Q3: 1.2CM + CV ± SX ± 0.3SY ± 0.3SZ

Q4: 1.2CM + CV ± 0.3 SX ± SY ± 0.3SZ

Q5: 1.2CM + CV ± 0.3 SX ± 0.3SY ± SZ

Q6: 0.9CM ± Sx ± 0.3SY ± 0.3SZ

Q7: 0.9 CM ± 0.3 Sx ± SY ± 0.3SZ

Q8: 0.9 CM ± 0.3 Sx ± 0.3 SY ± SZ



Combinaciones de Servicio (ASD). Para chequeo de deformaciones:

Q9: CM + CV

Q10: CM + CV ± SX ± 0.3SY ± 0.3SZ

Q11: CM + CV ± 0.3 SX ± SY ± 0.3SZ

Q12: CM + CV ± 0.3 SX ± 0.3SY ± SZ

**Fase II – Análisis de conexiones por medio del Staad.Pro.**

Con el fin de evaluar el desarrollo de conexiones a través de la norma LRFD en el software Staad.Pro, se diseñaran las conexiones seleccionadas que conforman la muestra.

**Fase III – Análisis de conexiones por medio de cálculos manuales (Hojas de cálculo).**

Se realizarán hojas de cálculo con el fin de diseñar conexiones basadas y desarrolladas en base a los criterios establecidos en la norma COVENIN 1618-98 (Estructuras de Acero) y la norma LRFD, evaluando las mismas conexiones establecidas en la Fase II.

**Fase IV – Análisis comparativo de los resultados obtenidos.**

Se compararán los resultados obtenidos en la Fase II y Fase III con el fin de fijar posición y realizar el análisis respectivo de dichos resultados provistos.

# CAPÍTULO IV

## Resultados

# CAPITULO IV

# RESULTADOS

## 4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

A continuación se presenta una breve explicación bajo la condición de una estructura de 3 niveles arriostrada con el fin de detallar los criterios utilizados para el desarrollo de las simulaciones en el Staad.Pro Design.

Inicialmente se presenta la información o descripción inicial de la simulación:



```
STAAD SPACE
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 05-Feb-09
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
```

Se estableció las unidades metros y kilogramos como unidades basica de trabajo:

```
UNIT METER KG
```

Se presentan las coordenadas de los nodos que definen la estructura:

```
JOINT COORDINATES
1 0 0 0; 2 6 0 0; 3 12 0 0; 4 0 0 4; 5 6 0 4; 6 12 0 4; 19 0 2.5 0;
20 1.5 2.5 0; 21 6 2.5 0; 22 7.5 2.5 0; 23 0 2.5 4; 24 1.5 2.5 4; 25 6 2.5 4;
26 7.5 2.5 4; 27 3 2.5 0; 28 4.5 2.5 0; 29 3 2.5 4; 30 4.5 2.5 4; 31 9 2.5 0;
32 9 2.5 4; 33 10.5 2.5 4; 34 10.5 2.5 0; 35 12 2.5 0; 36 12 2.5 4; 37 0 5 0;
38 1.5 5 0; 39 6 5 0; 40 7.5 5 0; 41 0 5 4; 42 1.5 5 4; 43 6 5 4; 44 7.5 5 4;
45 3 5 0; 46 4.5 5 0; 47 3 5 4; 48 4.5 5 4; 49 9 5 0; 50 9 5 4; 51 10.5 5 4;
52 10.5 5 0; 53 12 5 0; 54 12 5 4; 55 0 7.5 0; 56 1.5 7.5 0; 57 6 7.5 0;
58 7.5 7.5 0; 59 0 7.5 4; 60 1.5 7.5 4; 61 6 7.5 4; 62 7.5 7.5 4; 63 3 7.5 0;
64 4.5 7.5 0; 65 3 7.5 4; 66 4.5 7.5 4; 67 9 7.5 0; 68 9 7.5 4; 69 10.5 7.5 4;
70 10.5 7.5 0; 71 12 7.5 0; 72 12 7.5 4; 73 0 2.5 8; 74 1.5 2.5 8; 75 6 2.5 8;
76 7.5 2.5 8; 77 3 2.5 8; 78 4.5 2.5 8; 79 9 2.5 8; 80 10.5 2.5 8; 81 12 2.5 8;
```

```
82 0 0 8; 83 6 0 8; 84 12 0 8; 85 0 5 8; 86 1.5 5 8; 87 6 5 8; 88 7.5 5 8;
89 3 5 8; 90 4.5 5 8; 91 9 5 8; 92 10.5 5 8; 93 12 5 8; 94 0 7.5 8;
95 1.5 7.5 8; 96 6 7.5 8; 97 7.5 7.5 8; 98 3 7.5 8; 99 4.5 7.5 8; 100 9 7.5 8;
101 10.5 7.5 8; 102 12 7.5 8;
```

Posteriormente se presentan los miembros que determinan dicha estructura, dado los nodos que forman cada miembro o elemento estructural.

```
MEMBER INCIDENCES
1 19 20; 2 21 22; 3 23 24; 4 25 26; 5 20 27; 6 27 28; 7 28 21; 8 24 29;
9 29 30; 10 30 25; 11 19 23; 12 20 24; 13 29 27; 14 28 30; 15 21 25; 16 22 31;
17 26 32; 18 22 26; 19 32 33; 20 31 34; 21 32 31; 22 34 35; 23 33 36; 24 34 33;
25 35 36; 26 19 1; 27 23 4; 28 2 21; 29 25 5; 30 36 6; 31 35 3; 32 37 38;
33 39 40; 34 41 42; 35 43 44; 36 38 45; 37 45 46; 38 46 39; 39 42 47; 40 47 48;
41 48 43; 42 37 41; 43 38 42; 44 47 45; 45 46 48; 46 39 43; 47 40 49; 48 44 50;
49 40 44; 50 50 51; 51 49 52; 52 50 49; 53 52 53; 54 51 54; 55 52 51; 56 53 54;
57 37 19; 58 41 23; 59 21 39; 60 43 25; 61 54 36; 62 53 35; 63 55 56; 64 57 58;
65 59 60; 66 61 62; 67 56 63; 68 63 64; 69 64 57; 70 60 65; 71 65 66; 72 66 61;
73 55 59; 74 56 60; 75 65 63; 76 64 66; 77 57 61; 78 58 67; 79 62 68; 80 58 62;
81 68 69; 82 67 70; 83 68 67; 84 70 71; 85 69 72; 86 70 69; 87 71 72; 88 55 37;
89 59 41; 90 39 57; 91 61 43; 92 72 54; 93 71 53; 94 73 74; 95 75 76; 96 74 77;
97 77 78; 98 78 75; 99 23 73; 100 24 74; 101 77 29; 102 30 78; 103 25 75;
104 76 79; 105 26 76; 106 79 80; 107 79 32; 108 80 81; 109 33 80; 110 36 81;
111 73 82; 112 75 83; 113 81 84; 114 85 86; 115 87 88; 116 86 89; 117 89 90;
118 90 87; 119 41 85; 120 42 86; 121 89 47; 122 48 90; 123 43 87; 124 88 91;
125 44 88; 126 91 92; 127 91 50; 128 92 93; 129 51 92; 130 54 93; 131 85 73;
132 87 75; 133 93 81; 134 94 95; 135 96 97; 136 95 98; 137 98 99; 138 99 96;
139 59 94; 140 60 95; 141 98 65; 142 66 99; 143 61 96; 144 97 100; 145 62 97;
146 100 101; 147 100 68; 148 101 102; 149 69 101; 150 72 102; 151 94 85;
152 96 87; 153 102 93; 154 1 23; 155 23 37; 156 37 59; 157 55 41; 158 41 19;
159 19 4; 160 2 25; 161 25 39; 162 39 61; 163 57 43; 164 43 21; 165 21 5;
166 3 36; 167 36 53; 168 53 72; 169 71 54; 170 54 35; 171 35 6;
```



Posteriormente se define los grupos de miembros por niveles (entrepiso y techo), todo con el fin de que sea el mismo Staad.Pro Design quien asigne y distribuya las cargas vivas y muertas.

```
START GROUP DEFINITION
FLOOR
_TECHO 63 TO 87 134 TO 150
_ENTREPISO 1 TO 25 32 TO 56 94 TO 110 114 TO 130
END GROUP DEFINITION
```

Se definen las características de los materiales (acero) dados en kilogramos metros.

```
DEFINE MATERIAL START
ISOTROPIC STEEL
E 2.1e+010
POISSON 0.3
DENSITY 7850
ALPHA 1.2e-005
DAMP 0.03
END DEFINE MATERIAL
```

Igualmente se indican los perfiles W que fueron asignados a cada miembro estructural:

```
MEMBER PROPERTY AMERICAN
12 TO 14 18 21 24 43 TO 45 49 52 55 74 TO 76 80 83 86 100 TO 102 105 107 109 -
120 TO 122 125 127 129 140 TO 142 145 147 149 TABLE ST W8X28
1 2 5 TO 7 11 15 16 20 22 25 26 28 31 TO 33 36 TO 38 42 46 47 51 53 56 57 -
59 62 TO 64 67 TO 69 73 77 78 82 84 87 88 90 93 TO 99 103 104 106 108 110 -
111 TO 119 123 124 126 128 130 TO 139 143 144 146 148 150 TO 152 -
153 TABLE ST W8X48
27 29 30 58 60 61 89 91 92 TABLE ST W10X100
3 4 8 TO 10 17 19 23 34 35 39 TO 41 48 50 54 65 66 70 TO 72 79 81 -
85 TABLE ST W8X58
154 TO 171 TABLE T W8X35
CONSTANTS
MATERIAL STEEL ALL
```



Se definió las bases de la estructura a nivel de sistema básico de apoyo simple (articulado en la base).

```
SUPPORTS
1 TO 6 82 TO 84 PINNED
```

Con el fin de diferenciar los miembros conectados a corte o conectados a momento en las conexiones, se aplican las liberaciones correspondientes.

```
MEMBER RELEASE
11 TO 15 18 21 24 25 42 TO 46 49 52 55 56 73 TO 77 80 83 86 87 99 TO 103 105 -
107 109 110 119 TO 123 125 127 129 130 139 TO 143 145 147 149 -
150 START MY MZ
11 TO 15 18 21 24 25 42 TO 46 49 52 55 56 73 TO 77 80 83 86 87 99 TO 103 105 -
107 109 110 119 TO 123 125 127 129 130 139 TO 143 145 147 149 -
150 END MY MZ
```

Buscando que las masas participativas fueran alcanzadas en un mínimo en un 90 % en los ejes horizontales (condición exigida por la norma, se

establecieron los modos de vibración necesarios para el cumplimiento de dicha condición). En el presente caso se asumieron 40 modos de vibración para cumplir la condición normativa.

```
CUT OFF MODE SHAPE 40
```

Se asignó la carga muerta a los miembros estructurales (grupos definidos), definidas por las correas, carga determinada inicialmente por el peso propio de los elementos.

```
LOAD 1 CM
SELFWEIGHT Y -1
ONEWAY LOAD
*CARGA MUERTA ENTREPISO 550 KG/M2
_ENTREPISO ONE -550 GY
*CARGA MUERTA TECHO 400 KG/M2
_TECHO ONE -400 GY
```



Se asigno una carga viva de 300 kgf/m2 para la carga viva, y 100 kgf/m2 para el nivel techo como sobrecarga de uso. Se considero que estos valores de sobrecarga son adecuados dado que no se realizo una disminución de la carga viva conforme aumentaban los niveles, establecidos por la norma de acciones mínimas referentes a la carga viva.

```
LOAD 2 CV
*CARGA VIVA ENTREPISO 300 KG/M2
ONEWAY LOAD
_ENTREPISO ONE -300 GY
*CARGA VIVA NIVELES TECHO 100 KG/M2
_TECHO ONE -100 GY
```

En cuanto a las cargas sísmicas se procedió a calcular y establecer el espectro de diseño. Para tal fin se asignaron las masas referidas a un 100 % de la carga y un 100 % de la carga viva en los tres ejes. El método utilizado para definir el comportamiento sísmico es el método CQC, que determina en

plantear las masas por ejes mas su aplicación conjunta en un 30 % en los otros ejes (Este tipo de método de aplicación de los esfuerzos sísmicos es el que más se utiliza, ya que considera el efecto sísmico en los tres sentidos de manera simultánea con una variación en los ejes secundarios al asignar el 100 % en el eje de análisis). Para el eje Y se considero un 70 % dado las indicaciones normativas vigentes.

```
LOAD 3 SISMO EN X
SELFWEIGHT X 1
SELFWEIGHT Y 1
SELFWEIGHT Z 1
ONEWAY LOAD
_ENTREPISO ONE 550 GY
_ENTREPISO ONE 550 GX
_ENTREPISO ONE 550 GZ
_TECHO ONE 400 GY
_TECHO ONE 400 GX
_TECHO ONE 400 GZ
*CARGA VIVA ENTREPISO 300 KG/M2 AL 50 % Y 0 % NIVEL TECHO
ONEWAY LOAD
_ENTREPISO ONE 150 GY
_ENTREPISO ONE 150 GX
_ENTREPISO ONE 150 GZ
SPECTRUM CQC X 1 Y 0.3 Z 0.3 ACC SCALE 9.81 DAMP 0.05 LIN
0 0.16; 0.35 0.092; 0.7 0.092; 0.73 0.089; 1.01 0.064; 1.49 0.0434;
2 0.0324;
LOAD 4 SISMO EN Y
SPECTRUM CQC X 0.21 Y 0.7 Z 0.21 ACC SCALE 9.81 DAMP 0.05 LIN
0 0.16; 0.35 0.092; 0.7 0.092; 0.73 0.089; 1.01 0.064; 1.49 0.0434;
2 0.0324;
LOAD 5 SISMO EN Z
SPECTRUM CQC X 0.3 Y 0.3 Z 1 ACC SCALE 9.81 DAMP 0.05 LIN
**DISENO
0 0.16; 0.35 0.092; 0.7 0.092; 0.73 0.089; 1.01 0.064; 1.49 0.0434;
2 0.0324;
```



Se planteo las diferentes combinaciones de carga de diseño de la estructura, siguiendo lo establecido en la Norma Vigente Venezolana COVENIN 1618-98 para el diseño de estructuras de acero, basados en el código AISC-LRFD:

```
LOAD COMB 6 1.4 CM
1 1.4
LOAD COMB 7 1.2 CM + 1.6 CV
1 1.2 2 1.6
LOAD COMB 8 1.2 CM + CV + SX + 0.3 SY + 0.3 SZ
1 1.2 2 1.0 3 1.0
LOAD COMB 9 1.2 CM + CV - SX - 0.3 SY - 0.3 SZ
1 1.2 2 1.0 3 -1.0
LOAD COMB 10 1.2 CM + CV + 0.3 SX + SY + 0.3 SZ
1 1.2 2 1.0 4 1.0
LOAD COMB 11 1.2 CM + CV - 0.3 SX - SY - 0.3 SZ
1 1.2 2 1.0 4 -1.0
LOAD COMB 12 1.2 CM + CV + 0.3 SX + 0.3 SY + SZ
1 1.2 2 1.0 5 1.0
LOAD COMB 13 1.2 CM + CV - 0.3 SX - 0.3 SY - SZ
1 1.2 2 1.0 5 -1.0
LOAD COMB 14 0.9 CM + SX + 0.3 SY + 0.3 SZ
1 0.9 3 1.0
LOAD COMB 15 0.9 CM - SX - 0.3 SY - 0.3 SZ
1 0.9 3 -1.0
LOAD COMB 16 0.9 CM + 0.3 SX + SY + 0.3 SZ
1 0.9 4 1.0
LOAD COMB 17 0.9 CM - 0.3 SX - SY - 0.3 SZ
1 0.9 4 -1.0
LOAD COMB 18 0.9 CM + 0.3 SX + 0.3 SY + SZ
1 0.9 5 1.0
LOAD COMB 19 0.9 CM - 0.3 SX - 0.3 SY - SZ
1 0.9 5 -1.0
```



Igualmente se plantearon las combinaciones en estado de servicio:

```
LOAD COMB 20 CM + CV
1 1.0 2 1.0
LOAD COMB 21 CM + CV + SX + 0.3 SY + 0.3 SZ
1 1.0 2 1.0 3 1.0
LOAD COMB 22 CM + CV - SX - 0.3 SY - 0.3 SZ
1 1.0 2 1.0 3 -1.0
LOAD COMB 23 CM + CV + 0.3 SX + SY + 0.3 SZ
1 1.0 2 1.0 4 1.0
LOAD COMB 24 CM + CV - 0.3 SX - SY - 0.3 SZ
1 1.0 2 1.0 4 -1.0
LOAD COMB 25 CM + CV + 0.3 SX + 0.3 SY + SZ
1 1.0 2 1.0 5 1.0
LOAD COMB 26 CM + CV - 0.3 SX - 0.3 SY - SZ
1 1.0 2 1.0 5 -1.0
```

Se realizo el análisis estructural respectivo.

```
PERFORM ANALYSIS PRINT STATICS CHECK
```

Cumpliendo con la normativa venezolana vigente para el diseño de

estructuras metálicas, se utilizo el código LRFD coincidente con el venezolano de la norma de acero COVENIN 1618-98.

```
PARAMETER
CODE LRFD
```

Se asignó en las vigas de carga la longitud real, ya que hay que indicar cuál es la longitud real de la viga para el chequeo de los esfuerzos flectores.

```
UNB 6 MEMB 1 TO 10 16 17 19 20 22 23 32 TO 41 47 48 50 51 53 54 63 TO 72 78 -
79 81 82 84 85 94 TO 98 104 106 108 114 TO 118 124 126 128 134 TO 138 144 -
146 148
UNT 6 MEMB 1 TO 10 16 17 19 20 22 23 32 TO 41 47 48 50 51 53 54 63 TO 72 78 -
79 81 82 84 85 94 TO 98 104 106 108 114 TO 118 124 126 128 134 TO 138 144 -
146 148
```



Se realizó la verificación estructural de los elementos, verificando que los ratios de actuación fueran menores a la unidad.

```
CHECK CODE ALL
FINISH
```

**4.- RESULTADOS OBTENIDOS.**

A continuación se presentan los resultados obtenidos por nivel de estructuras tipos analizadas.

Para esta estructura se presenta el desarrollo del espectro de diseño sísmico para el diseño de la estructura planteada.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Elaborado: | | Fecha de Revisión | Cliente: | |
| Revisión: | | | Proyecto: | |
| Aprobado por: | | | Razón: | |

## ESPECTRO DE DISEÑO

| | | | |
|---|---|---|---|
| Zona Sismica | 3 | | |
| Grupo | B2 | | |
| *Ao* | 0,2000 | *φ* | 0,8000 |
| *β* | 2,6000 | *To* | 0,1750 |
| *T** | 0,7000 | *c* | 1,1470 |
| *R* | 4,5000 | *T+* | 0,3500 |
| *α* | 1,0000 | *p=* | 1,0000 |
| ***ND3*** | ***Tipo I*** | ***S2*** | |

ESPECTRO DE RESPUESTA ELASTICO Y DE DISEÑO

ACELERACION ESPECTRAL Ad

PERIODO(SEG)

| T | Ad DISEÑO | T | Ad ELASTICO |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 0,160 | 0,00 | 0,160 |
| 0,02 | 0,153 | 0,02 | 0,188 |
| 0,05 | 0,144 | 0,04 | 0,217 |
| 0,07 | 0,136 | 0,06 | 0,245 |
| 0,09 | 0,129 | 0,08 | 0,274 |
| 0,12 | 0,123 | 0,10 | 0,302 |
| 0,14 | 0,118 | 0,12 | 0,331 |
| 0,16 | 0,114 | 0,14 | 0,359 |
| 0,19 | 0,110 | 0,16 | 0,388 |
| 0,21 | 0,106 | **0,18** | 0,416 |
| 0,23 | 0,103 | 0,21 | 0,416 |
| 0,26 | 0,101 | 0,24 | 0,416 |
| 0,28 | 0,098 | 0,27 | 0,416 |
| 0,30 | 0,096 | 0,31 | 0,416 |
| 0,33 | 0,094 | 0,34 | 0,416 |
| **0,35** | 0,092 | 0,37 | 0,416 |
| 0,37 | 0,092 | 0,40 | 0,416 |
| 0,39 | 0,092 | 0,44 | 0,416 |
| 0,40 | 0,092 | 0,47 | 0,416 |
| 0,42 | 0,092 | 0,50 | 0,416 |
| 0,44 | 0,092 | 0,54 | 0,416 |
| 0,46 | 0,092 | 0,57 | 0,416 |
| 0,47 | 0,092 | 0,60 | 0,416 |
| 0,49 | 0,092 | 0,63 | 0,416 |
| 0,51 | 0,092 | 0,67 | 0,416 |
| 0,53 | 0,092 | **0,70** | 0,416 |
| 0,54 | 0,092 | 0,73 | 0,401 |
| 0,56 | 0,092 | 0,75 | 0,388 |
| 0,58 | 0,092 | 0,78 | 0,375 |
| 0,60 | 0,092 | 0,80 | 0,363 |
| 0,61 | 0,092 | 0,83 | 0,352 |
| 0,63 | 0,092 | 0,85 | 0,341 |
| 0,65 | 0,092 | 0,88 | 0,332 |
| 0,67 | 0,092 | 0,90 | 0,322 |
| 0,68 | 0,092 | 0,93 | 0,313 |
| **0,70** | 0,092 | 0,95 | 0,305 |
| 0,73 | 0,089 | 0,98 | 0,297 |
| 0,75 | 0,086 | 1,01 | 0,289 |
| 0,78 | 0,083 | 1,03 | 0,282 |
| 0,80 | 0,081 | 1,06 | 0,276 |
| 0,83 | 0,078 | 1,08 | 0,269 |
| 0,85 | 0,076 | 1,11 | 0,263 |
| 0,88 | 0,074 | 1,13 | 0,257 |
| 0,90 | 0,072 | 1,16 | 0,251 |
| 0,93 | 0,070 | 1,18 | 0,246 |
| 0,95 | 0,068 | 1,21 | 0,241 |
| 0,98 | 0,066 | 1,24 | 0,236 |
| 1,01 | 0,064 | 1,26 | 0,231 |
| 1,03 | 0,063 | 1,29 | 0,226 |
| 1,06 | 0,061 | 1,31 | 0,222 |
| 1,08 | 0,060 | 1,34 | 0,218 |
| 1,11 | 0,058 | 1,36 | 0,214 |
| 1,13 | 0,057 | 1,39 | 0,210 |
| 1,16 | 0,056 | 1,41 | 0,206 |
| 1,18 | 0,055 | 1,44 | 0,202 |

| T | Ad DISEÑO | T | Ad ELASTICO |
|---|---|---|---|
| 1,21 | 0,0535 | 1,46 | 0,1988 |
| 1,24 | 0,0524 | 1,49 | 0,1954 |
| 1,26 | 0,0513 | 1,52 | 0,1921 |
| 1,29 | 0,0503 | 1,54 | 0,1889 |
| 1,31 | 0,0493 | 1,57 | 0,1859 |
| 1,34 | 0,0484 | 1,59 | 0,1829 |
| 1,36 | 0,0475 | 1,62 | 0,1800 |
| 1,39 | 0,0466 | 1,64 | 0,1772 |
| 1,41 | 0,0458 | 1,67 | 0,1745 |
| 1,44 | 0,0450 | 1,69 | 0,1719 |
| 1,46 | 0,0442 | 1,72 | 0,1693 |
| 1,49 | 0,0434 | 1,75 | 0,1669 |
| 1,52 | 0,0427 | 1,77 | 0,1645 |
| 1,54 | 0,0420 | 1,80 | 0,1621 |
| 1,57 | 0,0413 | 1,82 | 0,1599 |
| 1,59 | 0,0406 | 1,85 | 0,1577 |
| 1,62 | 0,0400 | 1,87 | 0,1555 |
| 1,64 | 0,0394 | 1,90 | 0,1534 |
| 1,67 | 0,0388 | 1,92 | 0,1514 |
| 1,69 | 0,0382 | 1,95 | 0,1494 |
| 1,72 | 0,0376 | 1,97 | 0,1475 |
| 1,75 | 0,0371 | 2,00 | 0,1456 |
| 1,77 | 0,0365 | 2,50 | 0,1165 |
| 1,80 | 0,0360 | 3,00 | 0,0971 |
| 1,82 | 0,0355 | 3,50 | 0,0832 |
| 1,85 | 0,0350 | 4,00 | 0,0728 |
| 1,87 | 0,0346 | 4,50 | 0,0647 |
| 1,90 | 0,0341 | 5,00 | 0,0582 |
| 1,92 | 0,0336 | 5,50 | 0,0529 |
| 1,95 | 0,0332 | 6,00 | 0,0485 |
| 1,97 | 0,0328 | 6,50 | 0,0448 |
| 2,00 | 0,0324 | 7,00 | 0,0416 |
| 2,03 | 0,0319 | 7,50 | 0,0388 |

Dicha modelación fue realizada en el Staad.pro considerando los criterios mencionados en el Capítulo III de la presente investigación, obteniendo los siguientes resultados:

El cálculo del desplazamiento lateral total viene expresado en la Norma Venezolana COVENIN 1756:2001 “Edificaciones Sismorresistentes” como:

$$\Delta_i = 0.8\ R\ \Delta_{ei}$$

= 0,8 * (4,5) * 1,7812 cm = 6,41232 cm

donde:

$R$ = Factor de reducción de respuesta = 4,5

$\Delta_{ei}$ = Desplazamiento lateral del nivel i, [L] usualmente en cm



Resultados de Máximos Desplazamientos provenientes del Staad.Pro:

| | | | Horizontal | Vertical | Horizontal | Resultant | Rotational | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Node | L/C | X mm | Y mm | Z mm | mm | rX rad | rY rad | rZ rad |
| Max X | 59 | 21 CM + CV + SX + 0.3 SY + 0.3 SZ | **17.812** | -0.303 | 0.121 | 17.815 | -0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Min X | 72 | 22 CM + CV - SX - 0.3 SY - 0.3 SZ | **-17.812** | -0.370 | -0.143 | 17.816 | -0.000 | -0.000 | -0.000 |
| Max Y | 1 | 1 CM | 0.000 | **0.000** | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Min Y | 50 | 24 CM + CV - 0.3 SX - SY - 0.3 SZ | -3.019 | **-8.166** | -0.703 | 8.734 | -0.000 | -0.000 | -0.000 |
| Max Z | 50 | 25 CM + CV + 0.3 SX + 0.3 SY + SZ | 4.311 | -7.294 | **3.276** | 9.084 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Min Z | 50 | 26 CM + CV - 0.3 SX - 0.3 SY - SZ | -4.312 | -7.842 | **-3.301** | 9.539 | -0.000 | -0.000 | -0.000 |
| Max rX | 83 | 25 CM + CV + 0.3 SX + 0.3 SY + SZ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | **0.000** | 0.000 | 0.001 |
| Min rX | 25 | 26 CM + CV - 0.3 SX - 0.3 SY - SZ | -2.631 | -0.415 | -0.482 | 2.707 | **-0.000** | -0.000 | -0.001 |
| Max rY | 85 | 25 CM + CV + 0.3 SX + 0.3 SY + SZ | 4.144 | -0.297 | 0.353 | 4.169 | 0.000 | **0.002** | -0.000 |
| Min rY | 93 | 26 CM + CV - 0.3 SX - 0.3 SY - SZ | -4.144 | -0.320 | -0.349 | 4.171 | -0.000 | **-0.002** | 0.000 |
| Max rZ | 82 | 21 CM + CV + SX + 0.3 SY + 0.3 SZ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | **0.005** |
| Min rZ | 84 | 22 CM + CV - SX - 0.3 SY - 0.3 SZ | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 | **-0.005** |
| Max Rs | 68 | 22 CM + CV - SX - 0.3 SY - 0.3 SZ | -17.760 | -5.338 | -0.660 | **18.556** | -0.000 | -0.000 | -0.000 |

Deriva Máxima actuante = 6,41232 cm / 750 cm = 0,0086

Deriva permisible = 0,018 > 0,0086 cms (Para una estructura Tipo I, ND3, B2).

Deformación Vertical Máxima = 0,8166 cm

L = 600 cms

Def Admisible = 600 / 400 = 1,5 cms > 0,8166 cm

La estructura en cuestión no presente problemas referentes a desplazamientos laterales indeseados.

En cuanto a los ratios de la estructura se presentan los resultados. (Ratio: Relación en esfuerzo actuante entre el permisible) (Ver anexo A – Resultados del Staad.Pro Design).

Con el fin de cumplir los objetivos planteados en la presente investigación, se presentan los diferentes niveles y elevaciones que integran la estructura simulada en el Staad.Pro Design; todo esto con el fin de comparar los resultados provenientes de dicho software en referencia al diseño de conexiones. Estos niveles y elevaciones son presentados a continuación.



**Figura No. 6**

**Nivel +7.50**

Fuente: Araujo y Burneo (2009)

**Figura No. 7**

**Nivel +5.00**

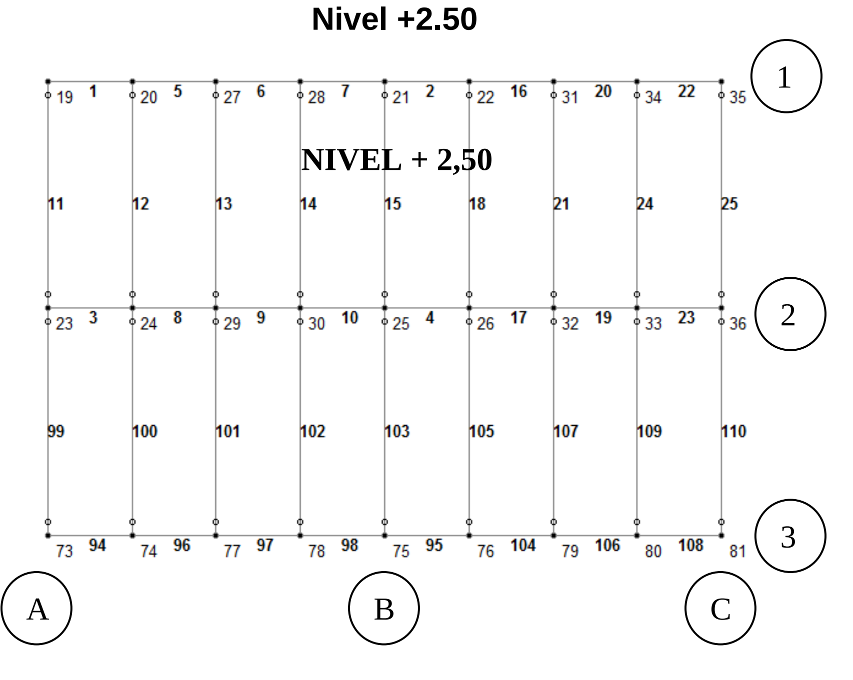





Fuente: Araujo y Burneo (2009)

**Figura No. 8**

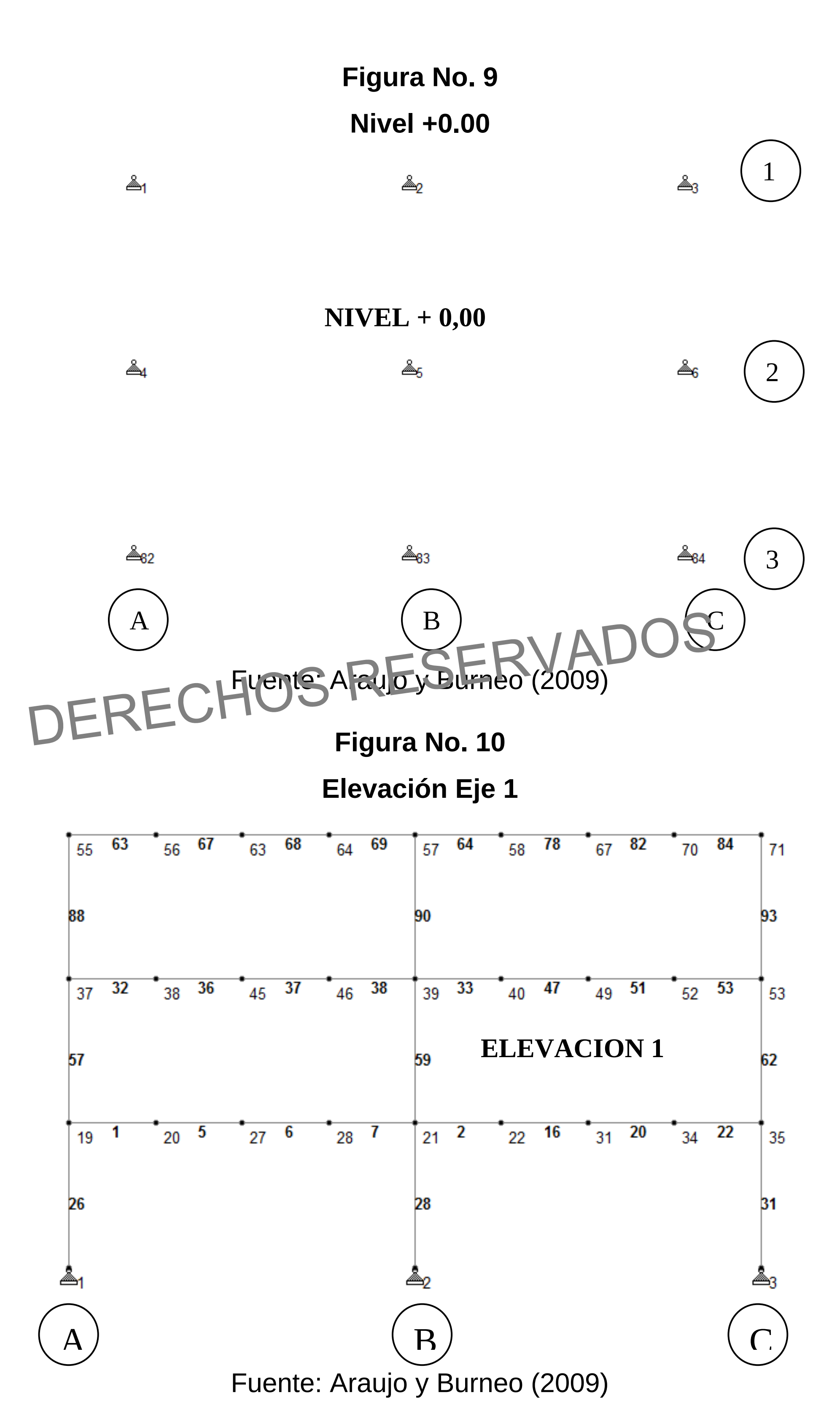
**Nivel +2.50**




Fuente: Araujo y Burneo (2009)

**Figura No. 9**

**Nivel +0.00**




Fuente: Araujo y Burneo (2009)



**Figura No. 10**

**Elevación Eje 1**

Fuente: Araujo y Burneo (2009)

**Figura No. 11**

**Elevación Eje 2**

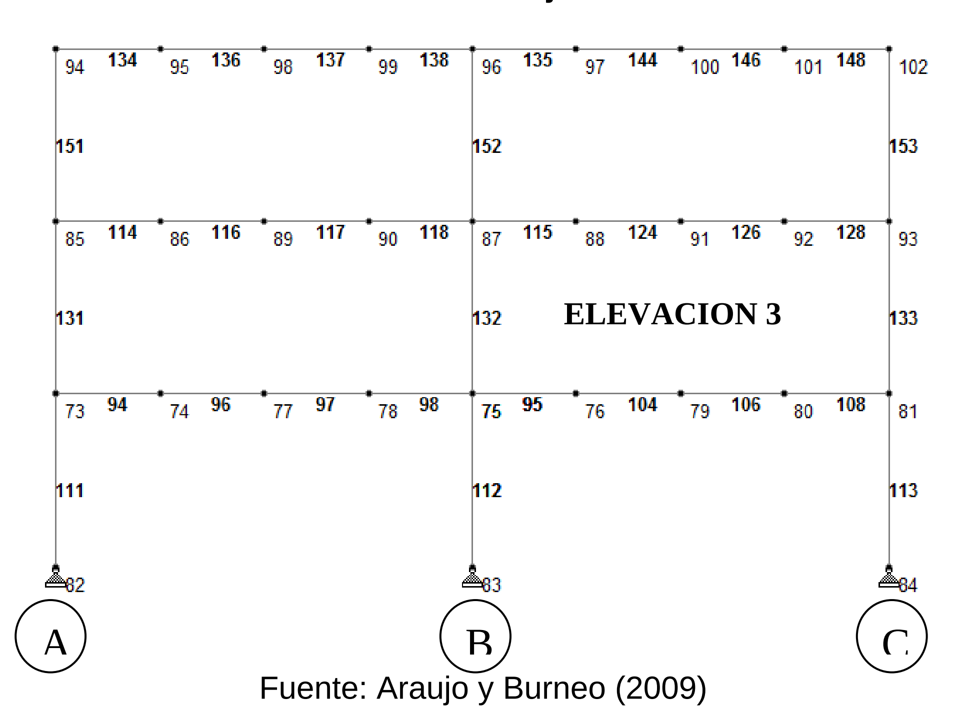





Fuente: Araujo y Burneo (2009)

**Figura No. 12**

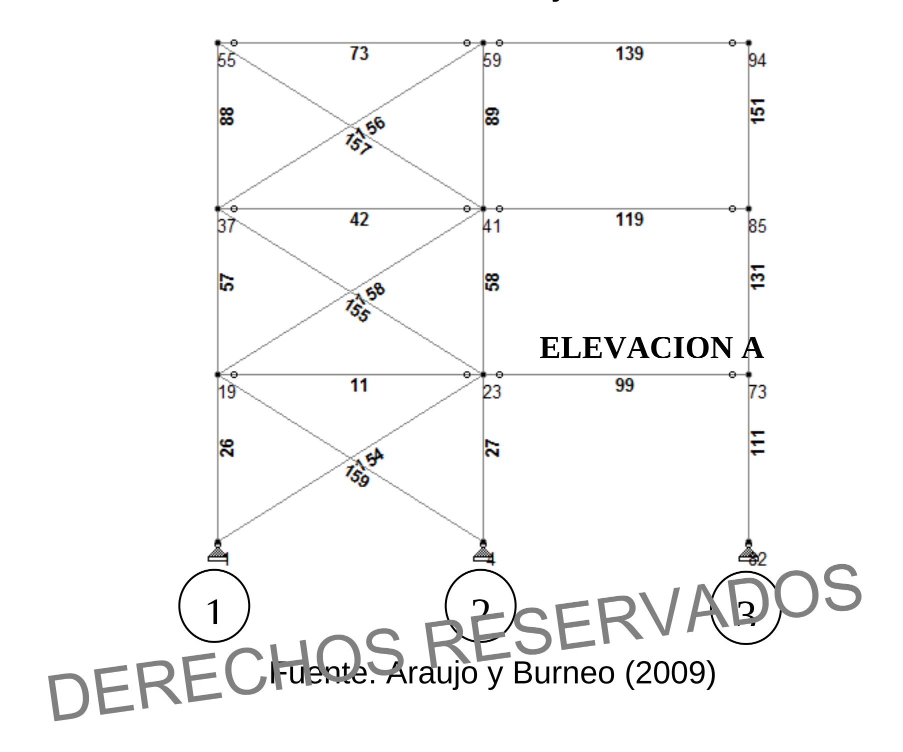
**Elevación Eje 3**




Fuente: Araujo y Burneo (2009)

**Figura No. 13**

**Elevación Eje A**

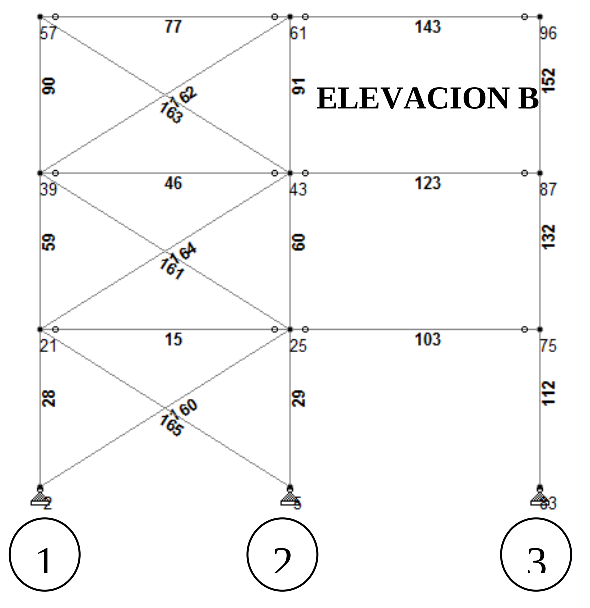





Fuente: Araujo y Burneo (2009)

**Figura No. 14**

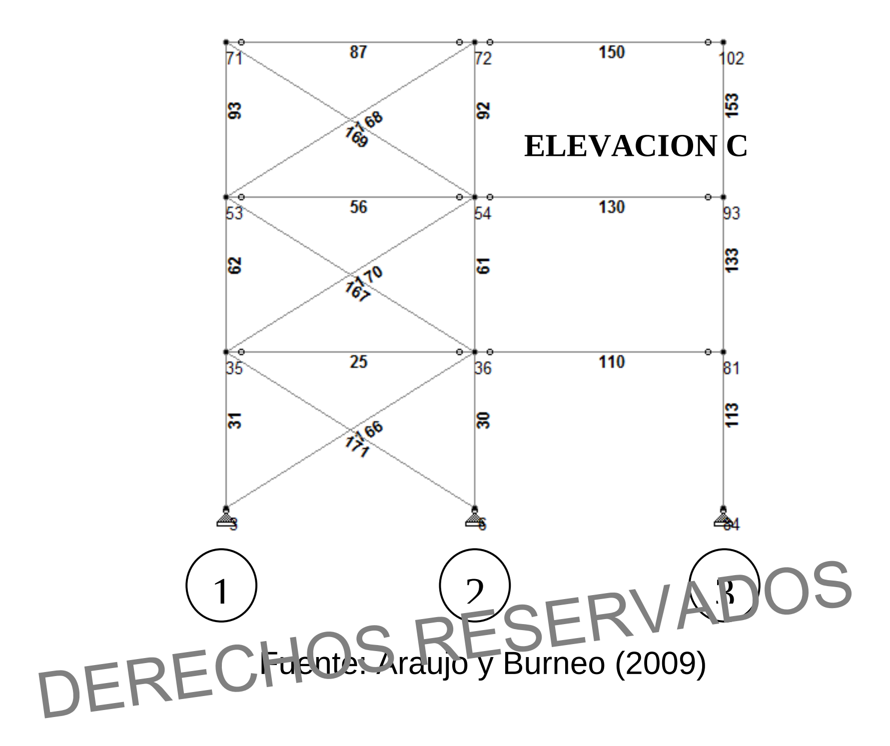
**Elevación Eje B**




Fuente: Araujo y Burneo (2009)

**Figura No. 15**

**Elevación Eje C**



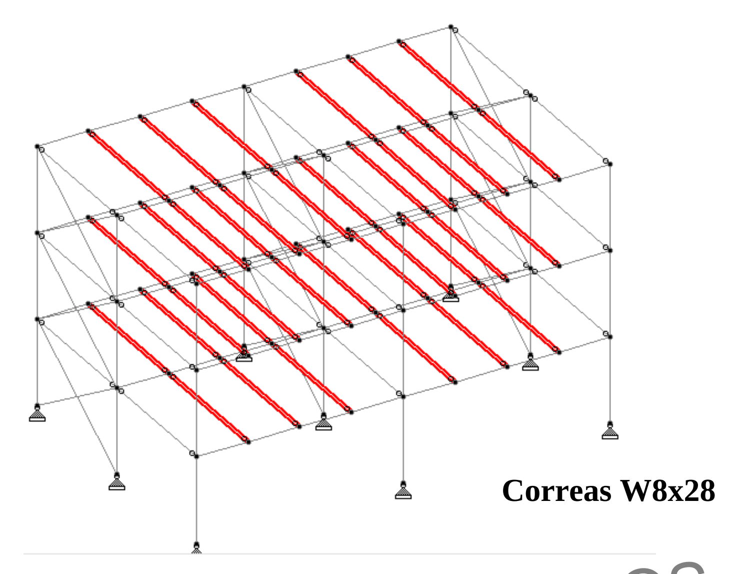



Fuente: Araujo y Burneo (2009)

Una vez mostrados los niveles y elevaciones que integran la estructura tipo diseñada, se presenta la identificación de las secciones de cada elemento proveniente del diseño estructural realizado, todo con el fin de presentar condiciones reales indiferentemente se trate de un modelo matemático de estudio.

**Figura No. 16**

**Correas W8x28**

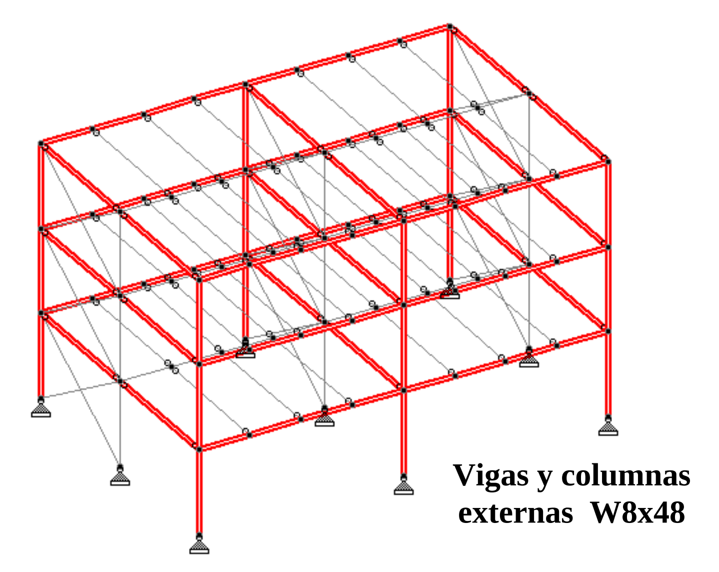



Fuente: Araujo y Burneo (2009)



**Figura No. 17**

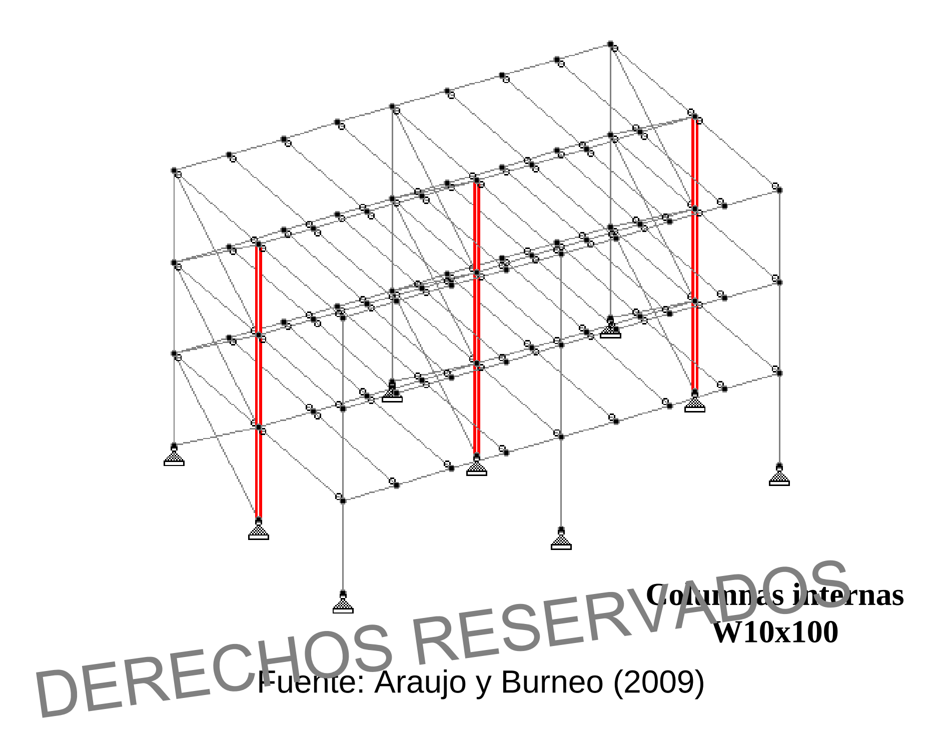
**Vigas y columnas externas W8x48**




Fuente: Araujo y Burneo (2009)

**Figura No. 18**

**Columnas Internas W10x100**

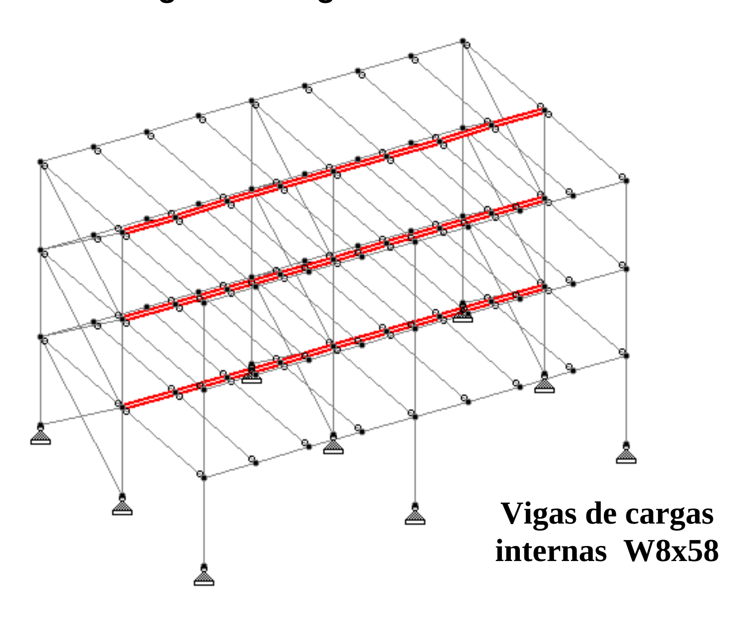





Fuente: Araujo y Burneo (2009)

**Figura No. 19**

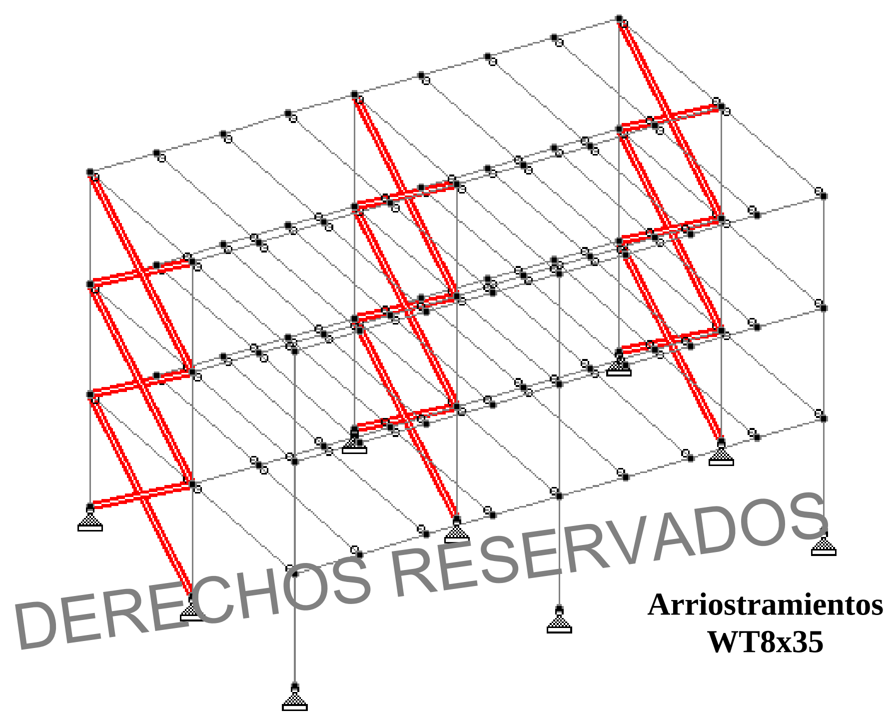
**Vigas de carga Internas W8x58**




Fuente: Araujo y Burneo (2009)

**Figura No. 20**

**Arriostramiento WT8x35**






Fuente: Araujo y Burneo (2009)

Una vez planteada las secciones definitivas del diseño, se procede a determinar cuales son las conexiones serán planteadas bajo el módulo Ram Connection del Staad.Pro Design y mediante hojas de calculo preparadas para tal fin para realizar dichas comparaciones en el diseño de conexiones bajo lo indicado en la Norma COVENIN 1618-98, la cual utiliza como base fundamental los criterios aplicados en la Norma AISC-LRFD.

## 4.1.- CONEXIÓN RÍGIDA EN VIGAS DE CARGA.

Para poder diseñar las conexiones rígidas, fue necesario desarrollar el siguiente cuadro adjunto, la cual permite caracterizar cada conexión de este tipo en la simulación efectuada. Esta tabla es mostrada a continuación.

**Cuadro No. 2**

**Conexiones Rígidas**

| VIGAS DE CARGA | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nodo** | **Tipo** | **Viga** | **Seccion** | **Nivel** | **Diseno** | **Momento (kg.m)** | **Corte (kg)** |
| 55 | Rigida | 63 | W8x48 | 7,50 | No | No Disenado | |
| 57 | Rigida | 69 | W8x48 | 7,50 | No | No Disenado | |
| 57 | Rigida | 64 | W8x48 | 7,50 | No | No Disenado | |
| 71 | Rigida | 84 | W8x48 | 7,50 | No | No Disenado | |
| 59 | Rigida | 65 | W8x48 | 7,50 | Si | 8210 | 6229 |
| 61 | Rigida | 72 | W8x48 | 7,50 | Si | 9270 | 6629 |
| 61 | Rigida | 66 | W8x48 | 7,50 | Si | 9270 | 6629 |
| 72 | Rigida | 85 | W8x48 | 7,50 | Si | 8210 | 6229 |
| 94 | Rigida | 134 | W8x48 | 7,50 | No | No Disenado | |
| 96 | Rigida | 138 | W8x48 | 7,50 | No | No Disenado | |
| 96 | Rigida | 135 | W8x48 | 7,50 | No | No Disenado | |
| 102 | Rigida | 148 | W8x48 | 7,50 | No | No Disenado | |
| 37 | Rigida | 32 | W8x48 | 5,00 | No | No Disenado | |
| 39 | Rigida | 38 | W8x48 | 5,00 | No | No Disenado | |
| 39 | Rigida | 33 | W8x48 | 5,00 | No | No Disenado | |
| 53 | Rigida | 53 | W8x48 | 5,00 | No | No Disenado | |
| 41 | Rigida | 34 | W8x48 | 5,00 | No | No Disenado | |
| 43 | Rigida | 41 | W8x48 | 5,00 | No | No Disenado | |
| 43 | Rigida | 35 | W8x48 | 5,00 | No | No Disenado | |
| 54 | Rigida | 54 | W8x48 | 5,00 | No | No Disenado | |
| 85 | Rigida | 114 | W8x48 | 5,00 | No | No Disenado | |
| 87 | Rigida | 118 | W8x48 | 5,00 | No | No Disenado | |
| 87 | Rigida | 115 | W8x48 | 5,00 | No | No Disenado | |
| 93 | Rigida | 128 | W8x48 | 5,00 | No | No Disenado | |
| 19 | Rigida | 1 | W8x48 | 2,50 | No | No Disenado | |
| 21 | Rigida | 7 | W8x48 | 2,50 | No | No Disenado | |
| 21 | Rigida | 2 | W8x48 | 2,50 | No | No Disenado | |
| 35 | Rigida | 22 | W8x48 | 2,50 | No | No Disenado | |
| 23 | Rigida | 3 | W8x48 | 2,50 | Si | 15495 | 10639 |
| 25 | Rigida | 10 | W8x48 | 2,50 | Si | 16502 | 11107 |
| 25 | Rigida | 4 | W8x48 | 2,50 | Si | 16502 | 11107 |
| 36 | Rigida | 23 | W8x48 | 2,50 | Si | 15495 | 10639 |
| 73 | Rigida | 94 | W8x48 | 2,50 | No | No Disenado | |
| 75 | Rigida | 98 | W8x48 | 2,50 | No | No Disenado | |
| 75 | Rigida | 95 | W8x48 | 2,50 | No | No Disenado | |
| 81 | Rigida | 108 | W8x48 | 2,50 | No | No Disenado | |

Fuente: Araujo y Burneo (2009)

Para tal efecto, en la siguiente gráfica se muestra el grupo de conexiones desarrolladas, determinadas como las más desfavorables, ya que aquellas que deben soportar la mayor carga tributaria y por ende, es donde se producen las mayores solicitaciones y esfuerzos en la estructura modelada y analizada.

**Figura No. 21**

**Conexiones Rígidas Diseñadas**





Fuente: Araujo y Burneo (2009)

Por tal motivo, se presentan los resultados obtenidos en el Ram Connection del Staad.Pro Design, donde se ofrecen las derivaciones provenientes del diseño de estas 8 conexiones escogidas. Es necesario acotar que por tratarse de una estructura Regular y Simétrica, existen conexiones con mismas propiedades y esfuerzos actuantes similares.

No obstante, es necesario determinar que la conexión presentada a diseñar está basada en una conexión que mediante planchas de cabeza, persigue soldar en la viga en taller a una plancha extrema perpendicular a su eje longitudinal, para luego conectar esta al ala de la columna en la obra, usando pernos ASTM A-325N para su montaje y conexionado. Esta ultima unión resulta muy delicada, pues pequeñas diferencias en la perforación de los huecos pueden producir un descuadre de la conexión y la viga resulta asi con montaje defectuoso por falta de alineación.

## CONEXIONES C1

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Staadpro | | | | | | | | | |
| File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Staad Mod\Estructura para conexiones1.std | | | | | | | | | |
| Units system:English | | | | | | | | | |
| Current Date:06/09/2009 02:07 p.m. | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Connections | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Results | | | | | | | | | |
| Design Code AISC-LRFD | | | | | | | | | |
| Connection name: EEP BCF | | | | | | | | | |
| Connection family: Beam - Column flange | | | | | | | | | |
| Connection ID: J1: N61-BCF-M(91,72) | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Extended end plate | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| LOADS: | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Condition | V2 Pos | V2 Neg | M33 Pos | M33 Neg | Axial Pos | Axial Neg | ColV2 | Col Axial |
| | | [Kip] | [Kip] | [Kip*ft] | [Kip*ft] | [Kip] | [Kip] | [Kip] | [Kip] |
| | | | | | | | | | |
| | ENV=Envelope | 24.49 | 0.00 | 6.27 | -6.27 | 11.84 | -11.85 | -11.67 | 166.41 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| CAPACITIES BY LOAD CONDITION: | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Load condition : ENV=Envelope | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Description | Value | | Min value | Max value | Status | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Dimensions | | | | | | | | |
| | Compatibility of connection with members | | | | | OK | | | |
| | Bolts diameter of the plate | 0.63 | [in] | -- | 1.50 | | | | |
| | Vertical center-to-center spacing (pitch) | 3.06 | [in] | 1.67 | 11.00 | | | | |
| | Horizontal center-to-center spacing (gage) | 6.50 | [in] | 1.67 | 8.12 | | | | |
| | Distance from centerline of bolt to nearest surface of the tensi... | 1.13 | [in] | 1.13 | -- | | | | |
| | Vertical edge distance on the plate | 1.50 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Horizontal edge distance on the plate | 1.75 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Weld size for beam flange | 5.00 | [1/16 in] | 5.00 | -- | | | | |
| | Weld size for end shear | 6.00 | [1/16 in] | 4.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld for end shear | 3.57 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Weld size for web flexural strength near tension bolts | 6.00 | [1/16 in] | 6.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld to develop web tensile s... | 2.38 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Acting loads | | | | | | | | |
| | Mpos: Required positive moment strength | 6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | Mneg: Required negative moment strength | -6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | V: Required Shear Strength | 24.49 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (top flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (top flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (bottom flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (bottom flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Capacities | Value | | Demand | Status | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Flexural strength of the beam | 164.44 | [Kip*ft] | 6.27 | OK | | | | |
| | Bolts tension strength | 82.83 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Bolts shear | 88.36 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on column | 292.32 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on end plate | 80.03 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Maximum flange forces due to bending in the plate | 23.89 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Minimum thickness for bending in the plate | 0.25 | [in] | | | | | | |
| | Plate shear yielding | 112.02 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Flange weld capacity | 122.16 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Weld capacity for end shear | 59.55 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Column capacity | | | | | | | | |
| | Local flange bending | 40.35 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Local web yielding | 161.75 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Web crippling | 214.91 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Panel zone web shear | 146.73 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Strength ratio | 0.64 | | 1.00 | OK | | | | |
| | | | | | | | | | |

**CONEXIONES C2**

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Staadpro | | | | | | | | | |
| File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Staad Mod\Estructura para conexiones1.std | | | | | | | | | |
| Units system:English | | | | | | | | | |
| Current Date:06/09/2009 02:19 p.m. | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Connections | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Results | | | | | | | | | |
| Design Code AISC-LRFD | | | | | | | | | |
| Connection name: EEP BCF | | | | | | | | | |
| Connection family: Beam - Column flange | | | | | | | | | |
| Connection ID: J2: N61-BCF-M(91,66) | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Extended end plate | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| LOADS: | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Condition | V2 Pos | V2 Neg | M33 Pos | M33 Neg | Axial Pos | Axial Neg | ColV2 | Col Axial |
| | | [Kip] | [Kip] | [Kip*ft] | [Kip*ft] | [Kip] | [Kip] | [Kip] | [Kip] |
| | | | | | | | | | |
| | ENV=Envelope | 24.49 | 0.00 | 6.27 | -6.27 | 11.84 | -11.85 | -11.67 | 166.41 |
| | | | | | | | | | |
| CAPACITIES BY LOAD CONDITION: | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Load condition : ENV=Envelope | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Description | Value | | Min value | Max value | Status | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Dimensions | | | | | | | | |
| | Compatibility of connection with members | | | | | OK | | | |
| | Bolts diameter of the plate | 0.63 | [in] | -- | 1.50 | | | | |
| | Vertical center-to-center spacing (pitch) | 3.00 | [in] | 1.67 | 11.00 | | | | |
| | Horizontal center-to-center spacing (gage) | 6.50 | [in] | 1.67 | 8.22 | | | | |
| | Distance from centerline of bolt to nearer surface of the tensi... | 1.13 | [in] | 1.13 | -- | | | | |
| | Vertical edge distance on the plate | 1.50 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Horizontal edge distance on the plate | 1.75 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Weld size for beam flange | 5.00 | [1/16 in] | 5.00 | -- | | | | |
| | Weld size for end shear | 6.00 | [1/16 in] | 4.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld for end shear | 3.57 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Weld size for web flexural strength near tension bolts | 6.00 | [1/16 in] | 6.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld to develop web tensile s... | 2.38 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Acting loads | | | | | | | | |
| | Mpos: Required positive moment strength | 6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | Mneg: Required negative moment strength | -6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | V: Required Shear Strength | 24.49 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (top flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (top flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (bottom flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (bottom flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Capacities | Value | | Demand | Status | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Flexural strength of the beam | 164.44 | [Kip*ft] | 6.27 | OK | | | | |
| | Bolts tension strength | 82.83 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Bolts shear | 88.36 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on column | 292.32 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on end plate | 80.03 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Maximum flange forces due to bending in the plate | 23.89 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Minimum thickness for bending in the plate | 0.25 | [in] | | | | | | |
| | Plate shear yielding | 112.02 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Flange weld capacity | 122.16 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Weld capacity for end shear | 59.55 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Column capacity | | | | | | | | |
| | Local flange bending | 40.35 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Local web yielding | 161.75 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Web crippling | 214.91 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Panel zone web shear | 146.73 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Strength ratio | 0.64 | | 1.00 | OK | | | | |

## CONEXIONES C3

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Staadpro | | | | | | | | | |
| File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Staad Mod\Estructura para conexiones1.std | | | | | | | | | |
| Units system:English | | | | | | | | | |
| Current Date:06/09/2009 02:20 p.m. | | | | | | | | | |
| Connections | | | | | | | | | |
| Results | | | | | | | | | |
| Design Code AISC-LRFD | | | | | | | | | |
| Connection name: EEP BCF | | | | | | | | | |
| Connection family: Beam - Column flange | | | | | | | | | |
| Connection ID: J3: N72-BCF-M(92,85) | | | | | | | | | |
| Extended end plate | | | | | | | | | |
| LOADS: | | | | | | | | | |
| | Condition | V2 Pos | V2 Neg | M33 Pos | M33 Neg | Axial Pos | Axial Neg | ColV2 | Col Axial |
| | | [Kip] | [Kip] | [Kip*ft] | [Kip*ft] | [Kip] | [Kip] | [Kip] | [Kip] |
| | ENV=Envelope | 24.49 | 0.00 | 6.27 | -6.27 | 11.84 | -11.85 | 11.67 | 166.41 |
| CAPACITIES BY LOAD CONDITION: | | | | | | | | | |
| | Load condition : ENV=Envelope | | | | | | | | |
| | Description | Value | | Min value | Max value | Status | | | |
| | Dimensions | | | | | | | | |
| | Compatibility of connection with members | | | | | OK | | | |
| | Bolts diameter of the plate | 0.63 | [in] | -- | 1.50 | | | | |
| | Vertical center-to-center spacing (pitch) | 3.06 | [in] | 1.67 | 11.00 | | | | |
| | Horizontal center-to-center spacing (gage) | 6.50 | [in] | 1.67 | 8.22 | | | | |
| | Distance from centerline of bolt to nearer surface of the tensi... | 1.13 | [in] | 1.13 | -- | | | | |
| | Vertical edge distance on the plate | 1.50 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Horizontal edge distance on the plate | 1.75 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Weld size for beam flange | 5.00 | [1/16 in] | 5.00 | -- | | | | |
| | Weld size for end shear | 6.00 | [1/16 in] | 4.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld for end shear | 3.57 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Weld size for web flexural strength near tension bolts | 6.00 | [1/16 in] | 6.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld to develop web tensile s... | 2.38 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Acting loads | | | | | | | | |
| | Mpos: Required positive moment strength | 6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | Mneg: Required negative moment strength | -6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | V: Required Shear Strength | 24.49 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (top flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (top flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (bottom flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (bottom flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Capacities | Value | | Demand | Status | | | | |
| | Flexural strength of the beam | 164.44 | [Kip*ft] | 6.27 | OK | | | | |
| | Bolts tension strength | 82.83 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Bolts shear | 88.36 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on column | 292.32 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on end plate | 80.03 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Maximum flange forces due to bending in the plate | 23.89 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Minimum thickness for bending in the plate | 0.25 | [in] | | | | | | |
| | Plate shear yielding | 112.02 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Flange weld capacity | 122.16 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Weld capacity for end shear | 59.55 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Column capacity | | | | | | | | |
| | Local flange bending | 40.35 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Local web yielding | 161.75 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Web crippling | 214.91 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Panel zone web shear | 146.73 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Strength ratio | 0.64 | | 1.00 | OK | | | | |

## CONEXIONES C4

Staadpro
File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Staad Mod\Estructura para conexiones1.std
Units system:English
Current Date:06/09/2009 03:05 p.m.

Connections

Results
Design Code AISC-LRFD
Connection name: EEP BCF
Connection family: Beam - Column flange
Connection ID: J4: N59-BCF-M(89,65)

Extended end plate

LOADS:

| Condition | V2 Pos | V2 Neg | M33 Pos | M33 Neg | Axial Pos | Axial Neg | ColV2 | Col Axial |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | [Kip] | [Kip] | [Kip*ft] | [Kip*ft] | [Kip] | [Kip] | [Kip] | [Kip] |
| ENV=Envelope | 24.49 | 0.00 | 6.27 | -6.27 | 11.84 | -11.85 | -11.67 | 166.41 |

CAPACITIES BY LOAD CONDITION:

Load condition : ENV=Envelope

| Description | Value | | Min value | Max value | Status |
|---|---|---|---|---|---|
| Dimensions | | | | | |
| Compatibility of connection with members | | | | | OK |
| Bolts diameter of the plate | 0.63 | [in] | | 1.60 | |
| Vertical center-to-center spacing (pitch) | 3.00 | [in] | 1.67 | 11.00 | |
| Horizontal center-to-center spacing (gage) | 6.50 | [in] | 1.67 | 8.22 | |
| Distance from centerline of bolt to nearest surface of the tensi... | 1.13 | [in] | 1.13 | -- | |
| Vertical edge distance on the plate | 1.50 | [in] | 0.88 | -- | |
| Horizontal edge distance on the plate | 1.75 | [in] | 0.88 | -- | |
| Weld size for beam flange | 5.00 | [1/16 in] | 5.00 | -- | |
| Weld size for end shear | 6.00 | [1/16 in] | 4.00 | -- | |
| Minimum effective length of the weld for end shear | 3.57 | [in] | -- | -- | |
| Weld size for web flexural strength near tension bolts | 6.00 | [1/16 in] | 6.00 | -- | |
| Minimum effective length of the weld to develop web tensile s | 2.38 | [in] | -- | -- | |
| Acting loads | | | | | |
| Mpos: Required positive moment strength | 6.27 | [Kip*ft] | | | |
| Mneg: Required negative moment strength | -6.27 | [Kip*ft] | | | |
| V: Required Shear Strength | 24.49 | [Kip] | | | |
| Tension axial force (top flange) | 15.40 | [Kip] | | | |
| Compression axial force (top flange) | -15.40 | [Kip] | | | |
| Tension axial force (bottom flange) | 15.40 | [Kip] | | | |
| Compression axial force (bottom flange) | -15.40 | [Kip] | | | |

| Capacities | Value | | Demand | Status |
|---|---|---|---|---|
| Flexural strength of the beam | 164.44 | [Kip*ft] | 6.27 | OK |
| Bolts tension strength | 82.83 | [Kip] | 15.40 | OK |
| Bolts shear | 88.36 | [Kip] | 24.49 | OK |
| Bolt bearing on column | 292.32 | [Kip] | 24.49 | OK |
| Bolt bearing on end plate | 80.03 | [Kip] | 24.49 | OK |
| Maximum flange forces due to bending in the plate | 23.89 | [Kip] | 15.40 | OK |
| Minimum thickness for bending in the plate | 0.25 | [in] | | |
| Plate shear yielding | 112.02 | [Kip] | 15.40 | OK |
| Flange weld capacity | 122.16 | [Kip] | 15.40 | OK |
| Weld capacity for end shear | 59.55 | [Kip] | 24.49 | OK |
| Column capacity | | | | |
| Local flange bending | 40.35 | [Kip] | 15.40 | OK |
| Local web yielding | 161.75 | [Kip] | 15.40 | OK |
| Web crippling | 214.91 | [Kip] | 15.40 | OK |
| Panel zone web shear | 146.73 | [Kip] | 15.40 | OK |
| | | | | |
| Strength ratio | 0.64 | | 1.00 | OK |

## CONEXIONES C5

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Staadpro | | | | | | | | | |
| File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Staad Mod\Estructura para conexiones1.std | | | | | | | | | |
| Units system:English | | | | | | | | | |
| Current Date:06/09/2009 02:22 p.m. | | | | | | | | | |
| Connections | | | | | | | | | |
| Results | | | | | | | | | |
| Design Code AISC-LRFD | | | | | | | | | |
| Connection name: EEP BCF | | | | | | | | | |
| Connection family: Beam - Column flange | | | | | | | | | |
| Connection ID: J4: N59-BCF-M(89,65) | | | | | | | | | |
| Extended end plate | | | | | | | | | |
| LOADS: | | | | | | | | | |
| | Condition | V2 Pos | V2 Neg | M33 Pos | M33 Neg | Axial Pos | Axial Neg | ColV2 | Col Axial |
| | | [Kip] | [Kip] | [Kip*ft] | [Kip*ft] | [Kip] | [Kip] | [Kip] | [Kip] |
| | ENV=Envelope | 24.49 | 0.00 | 6.27 | -6.27 | 11.84 | -11.85 | -11.67 | 166.41 |
| CAPACITIES BY LOAD CONDITION: | | | | | | | | | |
| | Load condition : ENV=Envelope | | | | | | | | |
| | Description | Value | | Min value | Max value | Status | | | |
| | Dimensions | | | | | | | | |
| | Compatibility of connection with members | | | | | OK | | | |
| | Bolts diameter of the plate | 0.63 | [in] | -- | 1.50 | | | | |
| | Vertical center-to-center spacing (pitch) | 3.06 | [in] | 1.67 | 11.00 | | | | |
| | Horizontal center-to-center spacing (gage) | 6.50 | [in] | 1.67 | 8.22 | | | | |
| | Distance from centerline of bolt to nearer surface of the tensi... | 1.13 | [in] | 1.13 | -- | | | | |
| | Vertical edge distance on the plate | 1.50 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Horizontal edge distance on the plate | 1.75 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Weld size for beam flange | 5.00 | [1/16 in] | 5.00 | -- | | | | |
| | Weld size for end shear | 6.00 | [1/16 in] | 4.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld for end shear | 3.57 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Weld size for web flexural strength near tension bolts | 6.00 | [1/16 in] | 6.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld to develop web tensile s... | 2.38 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Acting loads | | | | | | | | |
| | Mpos: Required positive moment strength | 6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | Mneg: Required negative moment strength | -6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | V: Required Shear Strength | 24.49 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (top flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (top flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (bottom flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (bottom flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Capacities | Value | | Demand | Status | | | | |
| | Flexural strength of the beam | 164.44 | [Kip*ft] | 6.27 | OK | | | | |
| | Bolts tension strength | 82.83 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Bolts shear | 88.36 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on column | 292.32 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on end plate | 80.03 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Maximum flange forces due to bending in the plate | 23.89 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Minimum thickness for bending in the plate | 0.25 | [in] | | | | | | |
| | Plate shear yielding | 112.02 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Flange weld capacity | 122.16 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Weld capacity for end shear | 59.55 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Column capacity | | | | | | | | |
| | Local flange bending | 40.35 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Local web yielding | 161.75 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Web crippling | 214.91 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Panel zone web shear | 146.73 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Strength ratio | 0.64 | | 1.00 | OK | | | | |

## CONEXIONES C6

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Staadpro | | | | | | | | | |
| File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Staad Mod\Estructura para conexiones1.std | | | | | | | | | |
| Units system:English | | | | | | | | | |
| Current Date:06/09/2009 02:23 p.m. | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Connections | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Results | | | | | | | | | |
| Design Code AISC-LRFD | | | | | | | | | |
| Connection name: EEP BCF | | | | | | | | | |
| Connection family: Beam - Column flange | | | | | | | | | |
| Connection ID: J6: N25-BCF-M(29,10) | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| Extended end plate | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| LOADS: | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Condition | V2 Pos | V2 Neg | M33 Pos | M33 Neg | Axial Pos | Axial Neg | ColV2 | Col Axial |
| | | [Kip] | [Kip] | [Kip*ft] | [Kip*ft] | [Kip] | [Kip] | [Kip] | [Kip] |
| | | | | | | | | | |
| | ENV=Envelope | 24.49 | 0.00 | 6.27 | -6.27 | 11.84 | -11.85 | -11.67 | 166.41 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| CAPACITIES BY LOAD CONDITION: | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Load condition : ENV=Envelope | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Description | Value | | Min value | Max value | Status | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Dimensions | | | | | | | | |
| | Compatibility of connection with members | | | | | OK | | | |
| | Bolts diameter of the plate | 0.63 | [in] | -- | 1.50 | | | | |
| | Vertical center-to-center spacing (pitch) | 3.00 | [in] | 1.67 | [illegible] | | | | |
| | Horizontal center-to-center spacing (gage) | [illegible] | [in] | 1.67 | 8.22 | | | | |
| | Distance from centerline of bolt to nearer surface of the tensi... | 1.13 | [in] | 1.13 | -- | | | | |
| | Vertical edge distance on the plate | 1.50 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Horizontal edge distance on the plate | 1.75 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Weld size for beam flange | 5.00 | [1/16 in] | 5.00 | -- | | | | |
| | Weld size for end shear | 6.00 | [1/16 in] | 4.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld for end shear | 3.57 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Weld size for web flexural strength near tension bolts | 6.00 | [1/16 in] | 6.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld to develop web tensile s... | 2.38 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Acting loads | | | | | | | | |
| | Mpos: Required positive moment strength | 6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | Mneg: Required negative moment strength | -6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | V: Required Shear Strength | 24.49 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (top flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (top flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (bottom flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (bottom flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Capacities | Value | | Demand | Status | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Flexural strength of the beam | 164.44 | [Kip*ft] | 6.27 | OK | | | | |
| | Bolts tension strength | 82.83 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Bolts shear | 88.36 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on column | 292.32 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on end plate | 80.03 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Maximum flange forces due to bending in the plate | 23.89 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Minimum thickness for bending in the plate | 0.25 | [in] | | | | | | |
| | Plate shear yielding | 112.02 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Flange weld capacity | 122.16 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Weld capacity for end shear | 59.55 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Column capacity | | | | | | | | |
| | Local flange bending | 40.35 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Local web yielding | 161.75 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Web crippling | 214.91 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Panel zone web shear | 146.73 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | Strength ratio | 0.64 | | 1.00 | OK | | | | |

## CONEXIONES C7

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Staadpro | | | | | | | | | |
| File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Staad Mod\Estructura para conexiones1.std | | | | | | | | | |
| Units system:English | | | | | | | | | |
| Current Date:06/09/2009 02:24 p.m. | | | | | | | | | |
| Connections | | | | | | | | | |
| Results | | | | | | | | | |
| Design Code AISC-LRFD | | | | | | | | | |
| Connection name: EEP BCF | | | | | | | | | |
| Connection family: Beam - Column flange | | | | | | | | | |
| Connection ID: J7: N25-BCF-M(29,4) | | | | | | | | | |
| Extended end plate | | | | | | | | | |
| LOADS: | | | | | | | | | |
| | Condition | V2 Pos | V2 Neg | M33 Pos | M33 Neg | Axial Pos | Axial Neg | ColV2 | Col Axial |
| | | [Kip] | [Kip] | [Kip*ft] | [Kip*ft] | [Kip] | [Kip] | [Kip] | [Kip] |
| | ENV=Envelope | 24.49 | 0.00 | 6.27 | -6.27 | 11.84 | -11.85 | -11.67 | 166.41 |
| CAPACITIES BY LOAD CONDITION: | | | | | | | | | |
| | Load condition : ENV=Envelope | | | | | | | | |
| | Description | Value | | Min value | Max value | Status | | | |
| | Dimensions | | | | | | | | |
| | Compatibility of connection with members | | | | | OK | | | |
| | Bolts diameter of the plate | 0.63 | [in] | -- | 1.50 | | | | |
| | Vertical center-to-center spacing (pitch) | 3.[illegible]6 | [in] | 1.67 | 11.00 | | | | |
| | Horizontal center-to-center spacing (gage) | 6.50 | [in] | 1.67 | 8.22 | | | | |
| | Distance from centerline of bolt to nearer surface of the tensi... | 1.13 | [in] | 1.13 | -- | | | | |
| | Vertical edge distance on the plate | 1.50 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Horizontal edge distance on the plate | 1.75 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Weld size for beam flange | 5.00 | [1/16 in] | 5.00 | -- | | | | |
| | Weld size for end shear | 6.00 | [1/16 in] | 4.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld for end shear | 3.57 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Weld size for web flexural strength near tension bolts | 6.00 | [1/16 in] | 6.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld to develop web tensile s. | 2.38 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Acting loads | | | | | | | | |
| | Mpos: Required positive moment strength | 6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | Mneg: Required negative moment strength | -6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | V: Required Shear Strength | 24.49 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (top flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (top flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (bottom flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (bottom flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Capacities | Value | | Demand | Status | | | | |
| | Flexural strength of the beam | 164.44 | [Kip*ft] | 6.27 | OK | | | | |
| | Bolts tension strength | 82.83 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Bolts shear | 88.36 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on column | 292.32 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on end plate | 80.03 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Maximum flange forces due to bending in the plate | 23.89 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Minimum thickness for bending in the plate | 0.25 | [in] | | | | | | |
| | Plate shear yielding | 112.02 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Flange weld capacity | 122.16 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Weld capacity for end shear | 59.55 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Column capacity | | | | | | | | |
| | Local flange bending | 40.35 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Local web yielding | 161.75 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Web crippling | 214.91 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Panel zone web shear | 146.73 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Strength ratio | 0.64 | | 1.00 | OK | | | | |

## CONEXIONES C8

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Staadpro | | | | | | | | | |
| File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Staad Mod\Estructura para conexiones1.std | | | | | | | | | |
| Units system:English | | | | | | | | | |
| Current Date:06/09/2009 02:26 p.m. | | | | | | | | | |
| Connections | | | | | | | | | |
| Results | | | | | | | | | |
| Design Code AISC-LRFD | | | | | | | | | |
| Connection name: EEP BCF | | | | | | | | | |
| Connection family: Beam - Column flange | | | | | | | | | |
| Connection ID: J8: N36-BCF-M(30,23) | | | | | | | | | |
| Extended end plate | | | | | | | | | |
| LOADS: | | | | | | | | | |
| | Condition | V2 Pos | V2 Neg | M33 Pos | M33 Neg | Axial Pos | Axial Neg | ColV2 | Col Axial |
| | | [Kip] | [Kip] | [Kip*ft] | [Kip*ft] | [Kip] | [Kip] | [Kip] | [Kip] |
| | ENV=Envelope | 24.49 | 0.00 | 6.27 | -6.27 | 11.84 | -11.85 | -11.67 | 166.41 |
| CAPACITIES BY LOAD CONDITION: | | | | | | | | | |
| | Load condition : ENV=Envelope | | | | | | | | |
| | Description | Value | | Min value | Max value | Status | | | |
| | Dimensions | | | | | | | | |
| | Compatibility of connection with members | | | | | OK | | | |
| | Bolts diameter of the plate | 0.63 | [in] | -- | 1.50 | | | | |
| | Vertical center-to-center spacing (pitch) | 3.00 | [in] | 1.67 | 11.00 | | | | |
| | Horizontal center-to-center spacing (gage) | 6.50 | [in] | 1.67 | 8.22 | | | | |
| | Distance from centerline of bolt to nearer surface of the tensi... | 1.13 | [in] | 1.13 | -- | | | | |
| | Vertical edge distance on the plate | 1.50 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Horizontal edge distance on the plate | 1.75 | [in] | 0.88 | -- | | | | |
| | Weld size for beam flange | 5.00 | [1/16 in] | 5.00 | -- | | | | |
| | Weld size for end shear | 6.00 | [1/16 in] | 4.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld for end shear | 3.57 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Weld size for web flexural strength near tension bolts | 6.00 | [1/16 in] | 6.00 | -- | | | | |
| | Minimum effective length of the weld to develop web tensile s... | 2.38 | [in] | -- | -- | | | | |
| | Acting loads | | | | | | | | |
| | Mpos: Required positive moment strength | 6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | Mneg: Required negative moment strength | -6.27 | [Kip*ft] | | | | | | |
| | V: Required Shear Strength | 24.49 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (top flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (top flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Tension axial force (bottom flange) | 15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Compression axial force (bottom flange) | -15.40 | [Kip] | | | | | | |
| | Capacities | Value | | Demand | Status | | | | |
| | Flexural strength of the beam | 164.44 | [Kip*ft] | 6.27 | OK | | | | |
| | Bolts tension strength | 82.83 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Bolts shear | 88.36 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on column | 292.32 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Bolt bearing on end plate | 80.03 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Maximum flange forces due to bending in the plate | 23.89 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Minimum thickness for bending in the plate | 0.25 | [in] | | | | | | |
| | Plate shear yielding | 112.02 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Flange weld capacity | 122.16 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Weld capacity for end shear | 59.55 | [Kip] | 24.49 | OK | | | | |
| | Column capacity | | | | | | | | |
| | Local flange bending | 40.35 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Local web yielding | 161.75 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Web crippling | 214.91 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Panel zone web shear | 146.73 | [Kip] | 15.40 | OK | | | | |
| | Strength ratio | 0.64 | | 1.00 | OK | | | | |

El tipo de conexión determinada como del tipo rígida para el diseño presentado, es graficado y geometrizado por el Ram Connection del Staad.Pro como puede mostrarse a continuación:




**Staadpro**
**File name:**G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Insumos\Staad\Estructura para conexiones1.std
**Units system:**Metric
**Current Date:**22/07/2009 11:30 p.m.

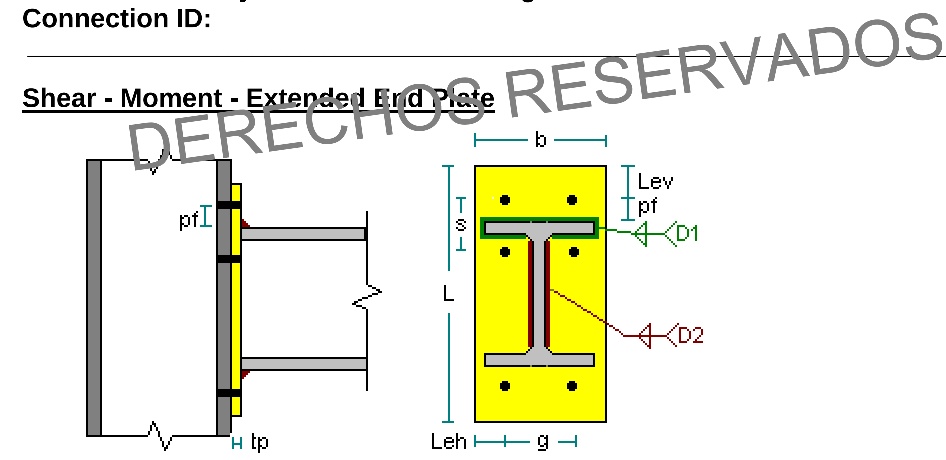
## Connections

**Geometry**
**Design Code AISC-LRFD**
**Connection name: EEP BCF**
**Connection family: Beam - Column flange**
**Connection ID:**

---

**Shear - Moment - Extended End Plate**






For bolts, the deformation around the bolt holes is considered
The program is considering rolled shapes

**DATA:**

**Beam data**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Section | = | W8X48 | | |
| Material | = | A36 | | |

------------------------------------------------------------------------------------------------

**Column data**
The connection is close to the column end

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Section | = | W10X100 | | |
| Material | = | A36 | | |

------------------------------------------------------------------------------------------------

**Extended end plate data**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| L | = | 36.83 | [cm] | (length) |
| b | = | 22.86 | [cm] | (width) |
| tp | = | 1.27 | [cm] | (thickness) |
| Material | = | A36 | | |

**Bolts**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| nc | = | 2 | | (number of columns) |
| nr | = | 4 | | (number of rows) |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| s | = | 9.36 | [cm] | (vertical/longitudinal center-to-center spacing) |
| g | = | 15.24 | [cm] | (horizontal/transverse center-to-center spacing) |
| Bolt | = | 1" A325 N | | |
| Lev | = | 3.81 | [cm] | (vertical edge distance) |
| Leh | = | 3.81 | [cm] | (horizontal edge distance) |
| pf | = | 3.81 | [cm] | (Distance from bolt centerline to nearer tension flange surface) |

Beam flange weld (D1)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Weld | = | E70XX | |
| D | = | 6.00 | (weld size) |

Beam web weld (D2)

| | | | |
|---|---|---|---|
| Weld | = | E70XX | |
| D | = | 6.00 | (weld size) |

---

**Stiffeners**

None

---

Una vez plantado el diseño proveniente del RAM Conextions del Staad.Pro de las conexiones rígidas presentadas, se procede a desarrollar y presentar los cálculos manuales referentes a la conexión más desfavorable del grupo de conexiones mostradas a continuación, muy específicamente las conexiones C6 y C7 en el Nodo 25.

# DISENO DE CONEXION RIGIDA CON PLANCHA DE CABEZA

REALIZADO POR: JOSE BURNEO / GRETTY ARAUJO

(Ref. COVENIN MINDUR - 1618 - 98)

## 1. Materiales

**Esfuerzo de cedencia del acero**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Planchas :** | **Fy =** | **2530** | **kg/cm²** |
| **Viga :** | **Fy =** | **2530** | **kg/cm²** |
| **Columna :** | **Fy =** | **2530** | **kg/cm²** |

**Calidad de pernos :** **ASTM** **A325**

**Rosca incluida en el plano de corte (S = si, N = no) :** **N**

| | | |
|---|---|---|
| **Fu =** | **3700** | **kg/cm²** |
| **Fv =** | **3370** | **kg/cm²** |
| **Ft =** | **6330** | **kg/cm²** |

**Electrodos soldadura :** **E** **70** **XX**

**Esfuerzo de cedencia en soldadura :** **$\phi$ Fw =** **2214** **kg/cm2**

## 2. Geometría de los componentes

**VIGA Y COLUMNA**

| ELEMENTO | DESIGNACION | d (mm) | bf (mm) | tf (mm) | tw (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGA | W8X58 | 222 | 209 | 21 | 13 |
| COLUMNA | W10X100 | | 263 | | |

**PERNOS DE CONEXIÓN**

| DIA. (mm) | CANTIDAD | Ab (cm2) |
|---|---|---|
| 25 | 8 | 5,07 |

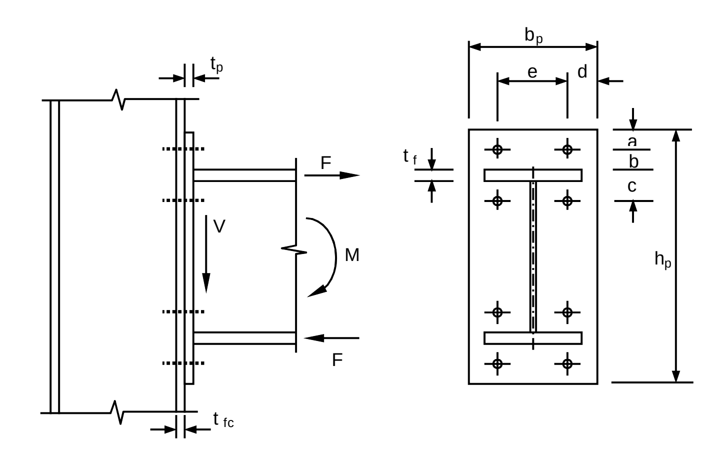


**PLANCHA DE CABEZA**

| GEOMETRIA PLANCHA | hp (mm) | bp (mm) | tp (mm) | a (mm) | b (mm) | c (mm) | d (mm) | e (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VALORES SUGERIDOS | **382** | **234,4** | **25** | 40 | **40** | 61 | 40 | 154,4 |
| VALORES ADOPTADOS | 385 | 235 | 25 | 40 | 40 | 65 | 40 | 155 |

## 3. Solicitaciones actuantes y de diseño

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Corte :** | **V =** | **11,1** | **t** |
| **Momento :** | **M =** | **16,5** | **t*m** |
| **Corte de diseño :** | **V =** | **11,1** | **t** |
| **Momento de diseño :** | **M =** | **16,5** | **t*m** |



**4. Resistencia de los pernos** (Ref. COVENIN MINDUR - 1618 - 98)

Tracción de diseño F = M / ( d - tf ) = 82,09 t

Esfuerzo en ala traccionada T = 20,52 t < Tb = 23,1 t *OK*

Esfuerzo a Corte simple fv = V / n * Ab = 548 kg/cm2 *OK*

Fv = 1195 Kg/cm2 fv = 548 kg/cm2 < 3370 kg/cm2 *OK*

(Agujeros Estandares)

Pernos trabajando a corte y a traccion en aplastamiento CR

Ft = 8230 - 1,9 fv < 6330 Kg

Ft = 7189,122 Kg < 6330 *Kg* > Se usara el menor de los dos valores

Ft = 6330 Kg

$\phi$ t Rt = 0,75 * Ft * Ab * n = 96279,3 Kg > 82089,55 Kg *OK*

**5. Verificacion del aplastamiento en las paredes de los huecos en la plancha de cabeza.**

$\phi$ p Ra = 0,75 * 2,4 * db * t * Fu * n = 133,20 t > 11,11 t *OK*

**6. Diseño de la plancha extrema**

Distancia ala-perno b = 40 mm

Diametro del perno $d_b$ = 25 mm

Espesor soldadura Minima dmin = 8 mm

Espesor soldadura Minima dw = 10 mm

Espesor soldadura Max dmax = 11 mm

Ancho efectivo = bp ef = bf + 2,54 cm = 234,4 mm

Cb = (bf / (bp*ef))^0,5 = Cb = 0,944

pf > db + 1,27 = 37,7 mm Se adopta pf = 40 mm = b = 40 mm

pe = pf - (db/4) - dw = 23,75 mm

Af = tf bf = 43,89 cm2 Aw = 1,22 (d - 2 tf) = 22 cm2

Af / Aw = 1,9986

Ca = 1,45

Factor de corrección $\alpha m = Ca * Cb * (Af / Aw)^{1/3} * (pe / d_b)^{1/4}$

$\alpha m$ = 1,702698

Momento de diseño Me = $\alpha m$ * F * pe / 4

Me = 82990,65 cm.kgf

Me = 83,0 t*cm

Espesor requerido de plancha

por flexión : $tp = (4 Me / (bp * Fb))^{1/2}$ (Segun Fratelli)

Fb = 0,9 Fy = 2277 kg/cm2

tp = 24,9 mm < 25 mm *OK*

**7. Diseño de las soldaduras viga**

L'1 = d/2-tf = 90 mm

$\phi$ Rn =0,75* 2214 * 0,707 * 9 * 2 = 21,13 t > 11,1 t *OK*

Dmin=0,9* 2530 * 1,3 / ( 2 * 0,707 * 2214 ) = 0,95 cm

Dmin = 9,46 mm < 12 mm *OK*

Soldadura en toda el alma de la viga = 12 mm

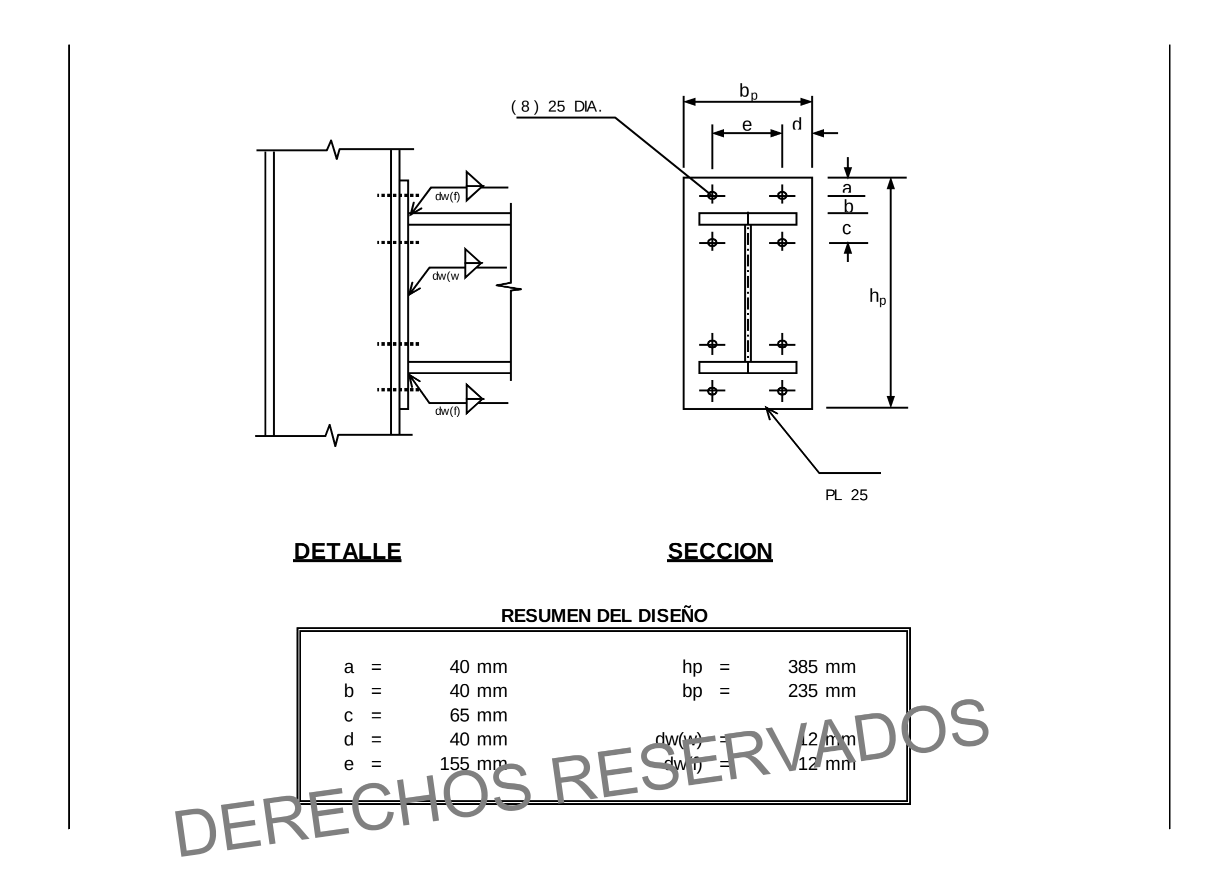
L = 209 * 2 + 2 * 21 - 13 = 447 mm

Dmin = 82089,55 / ( 0,707 * 2214 * 44,7 ) = 1,17 *cm*

Dmin = 11,73 mm < 12 mm *OK*

Se usará soldadura de filete en todo el perimetro del ala, con D (mm) = 12

En el alma comprimida se usara soldadura con D = 12 mm






Presentado este diseño proveniente de la verificación Manual siguiendo el esquema de lo referido en la Norma COVENIN 1618-98, se determinan las siguientes diferencias geométricas y cantidad de materiales:

1) Una de las diferencias encontradas es que las soldaduras prefijadas por el software Ram Connection del Staad.Pro Design arroja que espesores de 6 mm son suficientes. No obstante, los cálculos manuales arrojan espesores mínimos de 10 mm tanto para las alas como el alma.

2) Otro aspecto determina una diferencia importante en el cálculo de los espesores de la plancha extrema, donde el software Ram Connection del Staad.Pro Design identifica que un espesor de plancha de ½ plg es suficiente, aun cuando los cálculos manuales arrojan que se necesita un

espesor mínimo de 1 plg, destacando que la formulación de este cálculo proviene de postulados normativos y de lo indicado por Fratelli (2003) referente al cálculo del espesor requerido.

3) En líneas generales las dimensiones están muy cercanas entre los dos recursos utilizados, ya que el cálculo manual determinaba ajustes y aproximaciones por dimensiones reales y construibles.

## 4.2.- CONEXIÓN FLEXIBLE EN VIGAS DE AMARRE.

Para poder diseñar las conexiones flexibles, fue necesario desarrollar el siguiente cuadro adjunto, la cual permite caracterizar cada conexión de este tipo en la simulación efectuada. Esta tabla es mostrada a continuación.

**Cuadro No. 3**

**Conexiones Flexibles**

| VIGAS DE AMARRE | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nodo** | **Tipo** | **Viga** | **Seccion** | **Nivel** | **Diseno** | **Corte (kg)** |
| 55 | Flexible | 73 | W8x48 | 7,50 | No | |
| 59 | Flexible | 73 | W8x48 | 7,50 | No | |
| 59 | Flexible | 139 | W8x48 | 7,50 | No | |
| 94 | Flexible | 139 | W8x48 | 7,50 | No | |
| 57 | Flexible | 77 | W8x48 | 7,50 | Si | 2091 |
| 61 | Flexible | 77 | W8x48 | 7,50 | Si | 2091 |
| 61 | Flexible | 143 | W8x48 | 7,50 | Si | 2091 |
| 96 | Flexible | 143 | W8x48 | 7,50 | Si | 2091 |
| 71 | Flexible | 87 | W8x48 | 7,50 | No | |
| 72 | Flexible | 87 | W8x48 | 7,50 | No | |
| 72 | Flexible | 150 | W8x48 | 7,50 | No | |
| 102 | Flexible | 150 | W8x48 | 7,50 | No | |
| 37 | Flexible | 42 | W8x48 | 5,00 | No | |
| 41 | Flexible | 42 | W8x48 | 5,00 | No | |
| 41 | Flexible | 119 | W8x48 | 5,00 | No | |
| 85 | Flexible | 119 | W8x48 | 5,00 | No | |
| 39 | Flexible | 46 | W8x48 | 5,00 | Si | 3591 |
| 43 | Flexible | 46 | W8x48 | 5,00 | Si | 3591 |
| 43 | Flexible | 123 | W8x48 | 5,00 | Si | 3591 |
| 87 | Flexible | 123 | W8x48 | 5,00 | Si | 3591 |
| 53 | Flexible | 56 | W8x48 | 5,00 | No | |
| 54 | Flexible | 56 | W8x48 | 5,00 | No | |
| 54 | Flexible | 130 | W8x48 | 5,00 | No | |
| 93 | Flexible | 130 | W8x48 | 5,00 | No | |
| 19 | Flexible | 11 | W8x48 | 2,50 | No | |
| 23 | Flexible | 11 | W8x48 | 2,50 | No | |
| 23 | Flexible | 99 | W8x48 | 2,50 | No | |
| 73 | Flexible | 99 | W8x48 | 2,50 | No | |
| 21 | Flexible | 15 | W8x48 | 2,50 | No | |
| 25 | Flexible | 15 | W8x48 | 2,50 | No | |
| 25 | Flexible | 103 | W8x48 | 2,50 | No | |
| 75 | Flexible | 103 | W8x48 | 2,50 | No | |
| 35 | Flexible | 25 | W8x48 | 2,50 | No | |
| 36 | Flexible | 25 | W8x48 | 2,50 | No | |
| 36 | Flexible | 110 | W8x48 | 2,50 | No | |
| 81 | Flexible | 110 | W8x48 | 2,50 | No | |



Fuente: Araujo y Burneo (2009)

Para tal efecto, en la siguiente gráfica se muestra el grupo de conexiones desarrolladas, determinadas como las más desfavorables, ya que aquellas que deben soportar la mayor carga tributaria y por ende, es donde se

producen las mayores solicitaciones y esfuerzos en la estructura modelada y analizada.

**Figura No. 22**

**Conexiones Flexibles Diseñadas**



Fuente: Araujo y Burneo (2009)

Por tal motivo, se presentan los resultados obtenidos en el Ram Connection del Staad.Pro Design donde se ofrecen las derivaciones provenientes del diseño de estas 8 conexiones escogidas. Es necesario acotar que por tratarse de una estructura Regular y Simétrica, existen conexiones con mismas propiedades y esfuerzos actuantes similares.

**CONEXIONES C9**

Staadpro
File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Insumos\Staad\Estructura para conexiones1.std
Units system:English
Current Date:25/07/2009 06:56 p.m.

Connections

Results
Design Code AISC-LRFD
Connection name: SP_BCW_1/4PL_2B3/4
Connection family: Beam - Column web
Connection ID: J9: N57-BCW-M(90,77)

---

Single plate

LOADS:

| Condition | V2 Pos [Kip] | V2 Neg [Kip] | Axia... [Kip] | Axia... |
|---|---|---|---|---|
| ENV=Envelope | 7.92 | 0.00 | 3.03 | -4.93 |

CAPACITIES BY LOAD CONDITION:

Load condition : ENV=Envelope

| Description | Value | Min value | Max v... | Status |
|---|---|---|---|---|
| Dimensions | | | | |
| Compatibility of connection with members | | | | OK |
| Vertical edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Horizontal edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Plate thickness | 0.25[in] | -- | 0.44 | |
| Acting loads | | | | |
| V: Required vertical shear force | 7.92[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (tension) | 3.03[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (compression) | 4.93[Kip] | | | |



| Capacities | Value | Demand | Status |
|---|---|---|---|
| Capacity of plate | | | |
| Adopted load eccentricity for the... | -1.50[in] | | |
| Bolts shear | 21.26[Kip] | 9.33 | OK |
| Bolt bearing | 22.63[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load | 19.08[Kip] | 3.03 | OK |
| Shear yielding | 29.16[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 27.73[Kip] | 7.92 | OK |
| Block shear | 30.92[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear for bending at weld line (*) | 48.60[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (y... | 32.40[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (r... | 33.98[Kip] | | |
| Beam capacity | | | |
| Bolt bearing | 41.87[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load on ... | 45.67[Kip] | 3.03 | OK |
| Shear yielding | 66.10[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 70.47[Kip] | 7.92 | OK |
| Support capacity | | | |
| Adopted load eccentricity for the ... | 1.00[in] | | |
| Weld capacity | 48.90[Kip] | 9.33 | OK |
| Weld strength reduction factor due... | 1.00 | | |
| Strength ratio | 0.44 | 1.00 | OK |

Notes:
(*) The shear for bending at weld line and bending at bolt line verifications are not
considered in the tables of the Code,
and are not mentioned specifically within the required verifications of the connection

**CONEXIONES C10**

Staadpro
File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Insumos\Staad\Estructura para conexiones1.std
Units system:English
Current Date:25/07/2009 06:56 p.m.

Connections

Results
Design Code AISC-LRFD
Connection name: SP_BCW_1/4PL_2B3/4
Connection family: Beam - Column web
Connection ID: J10: N96-BCW-M(152,143)

---

Single plate

LOADS:

| Condition | V2 Pos [Kip] | V2 Neg [Kip] | Axia... [Kip] | Axia... |
|---|---|---|---|---|
| ENV=Envelope | 7.92 | 0.00 | 3.03 | -4.93 |

CAPACITIES BY LOAD CONDITION:

Load condition : ENV=Envelope

| Description | Value | Min value | Max v... | Status |
|---|---|---|---|---|
| Dimensions | | | | |
| Compatibility of connection with members | | | | OK |
| Vertical edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Horizontal edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Plate thickness | 0.25[in] | -- | 0.44 | |
| Acting loads | | | | |
| V: Required vertical shear force | 7.92[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (tension) | 3.03[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (compression) | 4.93[Kip] | | | |



| Capacities | Value | Demand | Status |
|---|---|---|---|
| Capacity of plate | | | |
| Adopted load eccentricity for the... | -1.50[in] | | |
| Bolts shear | 21.26[Kip] | 9.33 | OK |
| Bolt bearing | 22.63[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load | 19.08[Kip] | 3.03 | OK |
| Shear yielding | 29.16[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 27.73[Kip] | 7.92 | OK |
| Block shear | 30.92[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear for bending at weld line (*) | 48.60[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (y... | 32.40[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (r... | 33.98[Kip] | | |
| Beam capacity | | | |
| Bolt bearing | 41.87[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load on ... | 45.67[Kip] | 3.03 | OK |
| Shear yielding | 66.10[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 70.47[Kip] | 7.92 | OK |
| Support capacity | | | |
| Adopted load eccentricity for the ... | 1.00[in] | | |
| Weld capacity | 48.90[Kip] | 9.33 | OK |
| Weld strength reduction factor due... | 1.00 | | |
| Strength ratio | 0.44 | 1.00 | OK |

Notes:
(*) The shear for bending at weld line and bending at bolt line verifications are not
considered in the tables of the Code,
and are not mentioned specifically within the required verifications of the connection

**CONEXIONES C11**
Staadpro
File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Insumos\Staad\Estructura para conexiones1.std
Units system:English
Current Date:25/07/2009 06:56 p.m.

Connections

Results
Design Code AISC-LRFD
Connection name: SP_BCW_1/4PL_2B3/4
Connection family: Beam - Column web
Connection ID: J11: N39-BCW-M(59,46)

---

Single plate

LOADS:

| Condition | V2 Pos [Kip] | V2 Neg [Kip] | Axia... [Kip] | Axia... |
|---|---|---|---|---|
| ENV=Envelope | 7.92 | 0.00 | 3.03 | -4.93 |

CAPACITIES BY LOAD CONDITION:

Load condition : ENV=Envelope

| Description | Value | Min value | Max v... | Status |
|---|---|---|---|---|
| Dimensions | | | | |
| Compatibility of connection with members | | | | OK |
| Vertical edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Horizontal edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Plate thickness | 0.25[in] | -- | 0.44 | |
| Acting loads | | | | |
| V: Required vertical shear force | 7.92[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (tension) | 3.03[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (compression) | 4.93[Kip] | | | |



| Capacities | Value | Demand | Status |
|---|---|---|---|
| Capacity of plate | | | |
| Adopted load eccentricity for the... | -1.50[in] | | |
| Bolts shear | 21.26[Kip] | 9.33 | OK |
| Bolt bearing | 22.63[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load | 19.08[Kip] | 3.03 | OK |
| Shear yielding | 29.16[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 27.73[Kip] | 7.92 | OK |
| Block shear | 30.92[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear for bending at weld line (*) | 48.60[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (y... | 32.40[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (r... | 33.98[Kip] | | |
| Beam capacity | | | |
| Bolt bearing | 41.87[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load on ... | 45.67[Kip] | 3.03 | OK |
| Shear yielding | 66.10[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 70.47[Kip] | 7.92 | OK |
| Support capacity | | | |
| Adopted load eccentricity for the ... | 1.00[in] | | |
| Weld capacity | 48.90[Kip] | 9.33 | OK |
| Weld strength reduction factor due... | 1.00 | | |
| Strength ratio | 0.44 | 1.00 | OK |

Notes:
(*) The shear for bending at weld line and bending at bolt line verifications are not
considered in the tables of the Code,
and are not mentioned specifically within the required verifications of the connection

**CONEXIONES C12**
Staadpro
File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Insumos\Staad\Estructura para conexiones1.std
Units system:English
Current Date:25/07/2009 06:56 p.m.

Connections

Results
Design Code AISC-LRFD
Connection name: SP_BCW_1/4PL_2B3/4
Connection family: Beam - Column web
Connection ID: J12: N87-BCW-M(132,123)

---

Single plate

LOADS:

| Condition | V2 Pos [Kip] | V2 Neg [Kip] | Axia... [Kip] | Axia... |
|---|---|---|---|---|
| ENV=Envelope | 7.92 | 0.00 | 3.03 | -4.93 |

CAPACITIES BY LOAD CONDITION:

Load condition : ENV=Envelope

| Description | Value | Min value | Max v... | Status |
|---|---|---|---|---|
| Dimensions | | | | |
| Compatibility of connection with members | | | | OK |
| Vertical edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Horizontal edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Plate thickness | 0.25[in] | -- | 0.44 | |
| Acting loads | | | | |
| V: Required vertical shear force | 7.92[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (tension) | 3.03[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (compression) | 4.93[Kip] | | | |

| Capacities | Value | Demand | Status |
|---|---|---|---|
| Capacity of plate | | | |
| Adopted load eccentricity for the... | -1.50[in] | | |
| Bolts shear | 21.26[Kip] | 9.33 | OK |
| Bolt bearing | 22.63[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load | 19.08[Kip] | 3.03 | OK |
| Shear yielding | 29.16[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 27.73[Kip] | 7.92 | OK |
| Block shear | 30.92[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear for bending at weld line (*) | 48.60[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (y... | 32.40[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (r... | 33.98[Kip] | | |
| Beam capacity | | | |
| Bolt bearing | 41.87[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load on ... | 45.67[Kip] | 3.03 | OK |
| Shear yielding | 66.10[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 70.47[Kip] | 7.92 | OK |
| Support capacity | | | |
| Adopted load eccentricity for the ... | 1.00[in] | | |
| Weld capacity | 48.90[Kip] | 9.33 | OK |
| Weld strength reduction factor due... | 1.00 | | |
| Strength ratio | 0.44 | 1.00 | OK |

Notes:
(*) The shear for bending at weld line and bending at bolt line verifications are not considered in the tables of the Code, and are not mentioned specifically within the required verifications of the connection

**CONEXIONES C13**

Staadpro
File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Insumos\Staad\Estructura para conexiones1.std
Units system:English
Current Date:25/07/2009 06:56 p.m.

Connections

Results
Design Code AISC-LRFD
Connection name: SP_BCW_1/4PL_2B3/4
Connection family: Beam - Column web
Connection ID: J13: N61-BCW-M(91,77)

---

Single plate

LOADS:

| Condition | V2 Pos [Kip] | V2 Neg [Kip] | Axia... [Kip] | Axia... |
|---|---|---|---|---|
| ENV=Envelope | 7.92 | 0.00 | 4.93 | -1.51 |

CAPACITIES BY LOAD CONDITION:

Load condition : ENV=Envelope

| Description | Value | Min value | Max v... | Status |
|---|---|---|---|---|
| Dimensions | | | | |
| Compatibility of connection with members | | | | OK |
| Vertical edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Horizontal edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Plate thickness | 0.25[in] | -- | 0.44 | |
| Acting loads | | | | |
| V: Required vertical shear force | 7.92[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (tension) | 4.93[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (compression) | 1.51[Kip] | | | |



| Capacities | Value | Demand | Status |
|---|---|---|---|
| Capacity of plate | | | |
| Adopted load eccentricity for the... | -1.50[in] | | |
| Bolts shear | 21.26[Kip] | 9.33 | OK |
| Bolt bearing | 22.63[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load | 19.08[Kip] | 4.93 | OK |
| Shear yielding | 29.16[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 27.73[Kip] | 7.92 | OK |
| Block shear | 30.92[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear for bending at weld line (*) | 48.60[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (y... | 32.40[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (r... | 33.98[Kip] | | |
| Beam capacity | | | |
| Bolt bearing | 41.87[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load on ... | 45.67[Kip] | 4.93 | OK |
| Shear yielding | 66.10[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 70.47[Kip] | 7.92 | OK |
| Support capacity | | | |
| Adopted load eccentricity for the ... | 1.00[in] | | |
| Weld capacity | 48.90[Kip] | 9.33 | OK |
| Weld strength reduction factor due... | 1.00 | | |
| Strength ratio | 0.44 | 1.00 | OK |

Notes:
(*) The shear for bending at weld line and bending at bolt line verifications are not
considered in the tables of the Code,
and are not mentioned specifically within the required verifications of the connection

**CONEXIONES C14**

Staadpro
File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Insumos\Staad\Estructura para conexiones1.std
Units system:English
Current Date:25/07/2009 06:56 p.m.

Connections

Results
Design Code AISC-LRFD
Connection name: SP_BCW_1/4PL_2B3/4
Connection family: Beam - Column web
Connection ID: J14: N61-BCW-M(91,143)

---

Single plate

LOADS:

| Condition | V2 Pos [Kip] | V2 Neg [Kip] | Axia... [Kip] | Axia... |
|---|---|---|---|---|
| ENV=Envelope | 7.92 | 0.00 | 4.93 | -1.51 |

CAPACITIES BY LOAD CONDITION:

Load condition : ENV=Envelope

| Description | Value | Min value | Max v... | Status |
|---|---|---|---|---|
| Dimensions | | | | |
| Compatibility of connection with members | | | | OK |
| Vertical edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Horizontal edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Plate thickness | 0.25[in] | -- | 0.44 | |
| Acting loads | | | | |
| V: Required vertical shear force | 7.92[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (tension) | 4.93[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (compression) | 1.51[Kip] | | | |



| Capacities | Value | Demand | Status |
|---|---|---|---|
| Capacity of plate | | | |
| Adopted load eccentricity for the... | -1.50[in] | | |
| Bolts shear | 21.26[Kip] | 9.33 | OK |
| Bolt bearing | 22.63[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load | 19.08[Kip] | 4.93 | OK |
| Shear yielding | 29.16[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 27.73[Kip] | 7.92 | OK |
| Block shear | 30.92[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear for bending at weld line (*) | 48.60[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (y... | 32.40[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (r... | 33.98[Kip] | | |
| Beam capacity | | | |
| Bolt bearing | 41.87[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load on ... | 45.67[Kip] | 4.93 | OK |
| Shear yielding | 66.10[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 70.47[Kip] | 7.92 | OK |
| Support capacity | | | |
| Adopted load eccentricity for the ... | 1.00[in] | | |
| Weld capacity | 48.90[Kip] | 9.33 | OK |
| Weld strength reduction factor due... | 1.00 | | |
| Strength ratio | 0.44 | 1.00 | OK |

Notes:
(*) The shear for bending at weld line and bending at bolt line verifications are not considered in the tables of the Code, and are not mentioned specifically within the required verifications of the connection

**CONEXIONES C15**
Staadpro
File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Insumos\Staad\Estructura para conexiones1.std
Units system:English
Current Date:25/07/2009 06:56 p.m.

Connections

Results
Design Code AISC-LRFD
Connection name: SP_BCW_1/4PL_2B3/4
Connection family: Beam - Column web
Connection ID: J15: N43-BCW-M(60,46)

---

Single plate

LOADS:

| Condition | V2 Pos [Kip] | V2 Neg [Kip] | Axia... [Kip] | Axia... |
|---|---|---|---|---|
| ENV=Envelope | 7.92 | 0.00 | 4.93 | -1.51 |

CAPACITIES BY LOAD CONDITION:

Load condition : ENV=Envelope

| Description | Value | Min value | Max v... | Status |
|---|---|---|---|---|
| Dimensions | | | | |
| Compatibility of connection with members | | | | OK |
| Vertical edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Horizontal edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Plate thickness | 0.25[in] | -- | 0.44 | |
| Acting loads | | | | |
| V: Required vertical shear force | 7.92[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (tension) | 4.93[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (compression) | 1.51[Kip] | | | |

| Capacities | Value | Demand | Status |
|---|---|---|---|
| Capacity of plate | | | |
| Adopted load eccentricity for the... | -1.50[in] | | |
| Bolts shear | 21.26[Kip] | 9.33 | OK |
| Bolt bearing | 22.63[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load | 19.08[Kip] | 4.93 | OK |
| Shear yielding | 29.16[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 27.73[Kip] | 7.92 | OK |
| Block shear | 30.92[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear for bending at weld line (*) | 48.60[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (y... | 32.40[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (r... | 33.98[Kip] | | |
| Beam capacity | | | |
| Bolt bearing | 41.87[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load on ... | 45.67[Kip] | 4.93 | OK |
| Shear yielding | 66.10[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 70.47[Kip] | 7.92 | OK |
| Support capacity | | | |
| Adopted load eccentricity for the ... | 1.00[in] | | |
| Weld capacity | 48.90[Kip] | 9.33 | OK |
| Weld strength reduction factor due... | 1.00 | | |
| Strength ratio | 0.44 | 1.00 | OK |

Notes:
(*) The shear for bending at weld line and bending at bolt line verifications are not
considered in the tables of the Code,
and are not mentioned specifically within the required verifications of the connection

**CONEXIONES C16**

Staadpro
File name:G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Insumos\Staad\Estructura para conexiones1.std
Units system:English
Current Date:25/07/2009 06:56 p.m.

Connections

Results
Design Code AISC-LRFD
Connection name: SP_BCW_1/4PL_2B3/4
Connection family: Beam - Column web
Connection ID: J15: N43-BCW-M(60,46)

---

Single plate

LOADS:

| Condition | V2 Pos [Kip] | V2 Neg [Kip] | Axia... [Kip] | Axia... |
|---|---|---|---|---|
| ENV=Envelope | 7.92 | 0.00 | 4.93 | -1.51 |

CAPACITIES BY LOAD CONDITION:

Load condition : ENV=Envelope



| Description | Value | Min value | Max v... | Status |
|---|---|---|---|---|
| Dimensions | | | | |
| Compatibility of connection with members | | | | OK |
| Vertical edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Horizontal edge distance | 1.50[in] | 1.00 | -- | |
| Plate thickness | 0.25[in] | -- | 0.44 | |
| Acting loads | | | | |
| V: Required vertical shear force | 7.92[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (tension) | 4.93[Kip] | | | |
| Horizontal axial force (compression) | 1.51[Kip] | | | |

| Capacities | Value | Demand | Status |
|---|---|---|---|
| Capacity of plate | | | |
| Adopted load eccentricity for the... | -1.50[in] | | |
| Bolts shear | 21.26[Kip] | 9.33 | OK |
| Bolt bearing | 22.63[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load | 19.08[Kip] | 4.93 | OK |
| Shear yielding | 29.16[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 27.73[Kip] | 7.92 | OK |
| Block shear | 30.92[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear for bending at weld line (*) | 48.60[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (y... | 32.40[Kip] | | |
| Shear for bending at bolt line (r... | 33.98[Kip] | | |
| Beam capacity | | | |
| Bolt bearing | 41.87[Kip] | 7.92 | OK |
| Bolt bearing under axial load on ... | 45.67[Kip] | 4.93 | OK |
| Shear yielding | 66.10[Kip] | 7.92 | OK |
| Shear rupture | 70.47[Kip] | 7.92 | OK |
| Support capacity | | | |
| Adopted load eccentricity for the ... | 1.00[in] | | |
| Weld capacity | 48.90[Kip] | 9.33 | OK |
| Weld strength reduction factor due... | 1.00 | | |
| Strength ratio | 0.44 | 1.00 | OK |

Notes:
(*) The shear for bending at weld line and bending at bolt line verifications are not considered in the tables of the Code,
and are not mentioned specifically within the required verifications of the connection

El tipo de conexión determinada como del tipo flexible para el diseño presentado, es graficado y geometrizado por el Ram Connection del Staad.Pro como puede mostrarse a continuación:




**Staadpro**

**File name:**G:\TESIS ARAUJO BURNEO\Insumos\Staad\Estructura para conexiones1.std
**Units system:**Metric
**Current Date:**25/07/2009 07:09 p.m.

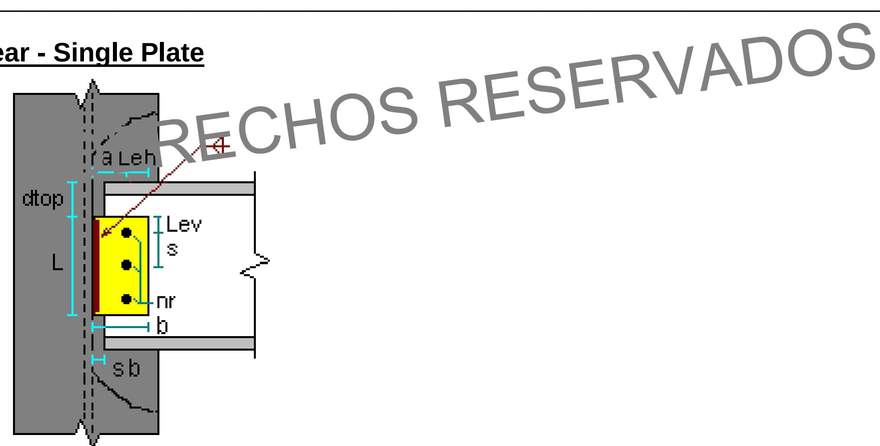
## Connections

**Geometry**
**Design Code AISC-LRFD**
**Connection name: SP_BCW_1/4PL_2B3/4**
**Connection family: Beam - Column web**
**Connection ID:**

---

**Shear - Single Plate**






For bolts, the deformation around the bolt holes is considered
The program is considering rolled shapes

**DATA:**

**Column data**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Section | = | w8x48 | | |
| Material | = | A36 | | |

The column is considered as a rigid member

---

**Beam data**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Section | = | w8x48 | | |
| Material | = | A36 | | |
| sb | = | 2.54 | [cm] | (beam setback) |
| eh | = | -- | [cm] | (horizontal eccentricity of the connection) |

---

**Plate data**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| L | = | 15.24 | [cm] | (length) |
| b | = | 10.16 | [cm] | (width) |
| tp | = | 0.63 | [cm] | (thickness) |
| Material | = | A36 | | |

**Beam-plate connection**
**Bolts**

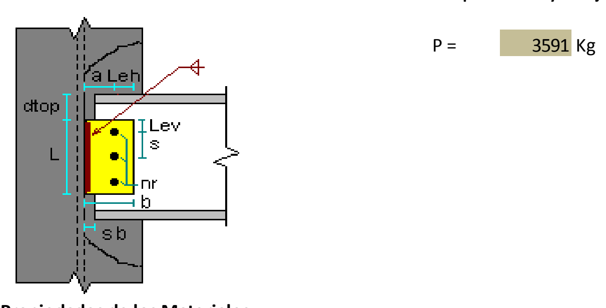
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| nc | = | 1 | | (number of columns) |
| nr | = | 2 | | (number of rows) |
| s | = | 7.62 | [cm] | (vertical/longitudinal center-to-center spacing) |
| Bolt | = | 3/4" A325 N | | |
| Lev | = | 3.81 | [cm] | (vertical edge distance) |
| Leh | = | 3.81 | [cm] | (horizontal edge distance) |
| dtop | = | 3.17 | [cm] | (distance from the top of the beam) |
| a | = | 6.35 | [cm] | (distance between the bolt line and weld line) |
| **Column-plate connection** | | | | |
| Weld | = | E70XX | | |
| D | = | 3.00 | [1/16 in] | (weld size) |

--------------------------------------------------------------------------------------------------------

Una vez plantado el diseño proveniente del Ram Connection del Staad.Pro de las conexiones flexibles presentadas, se procede a desarrollar y presentar los cálculos manuales referentes a la conexión más desfavorable del grupo de conexiones  mostradas continuación, muy específicamente las conexiones C11, C12, C15  y C16 en los Nodos 39, 43 y 87.

# EXTENSION DE PLANCHA PARA CONEXIÓN SIMPLE

**Realizado por Burneo y Araujo**




P = 3591 Kg

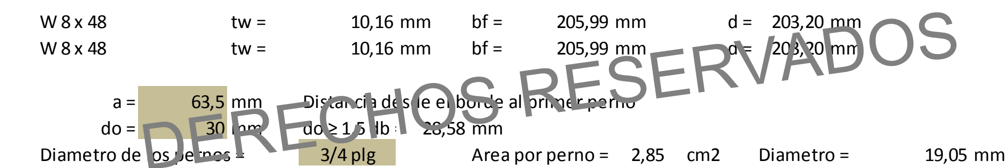
**Propiedades de los Materiales**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Viga | W 8 x 48 | ASTM A36 | Fy = | 2530 Kgf/cm2 | Fu = | 4080 Kgf/cm2 | |
| Columna | W 8 x 48 | ASTM A36 | Fy = | 2530 Kgf/cm2 | Fu = | 4080 Kgf/cm2 | |
| Plancha | | ASTM A36 | Fy = | 2530 Kgf/cm2 | Fu = | 4080 Kgf/cm2 | |
| Perno | | ASTMA325 | Ftv = | 3370 Kgf/cm2 | e = | 12 | mm |
| | | | | | e>tw OK | | |

N = 1 M = 2 N: Columnas de Pernos sb = 25,4 mm

M: Filas de Pernos

**Geometria y propiedades**



| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| W 8 x 48 | tw = | 10,16 mm | bf = | 205,99 mm | d = | 203,20 mm |
| W 8 x 48 | tw = | 10,16 mm | bf = | 205,99 mm | d = | 203,20 mm |

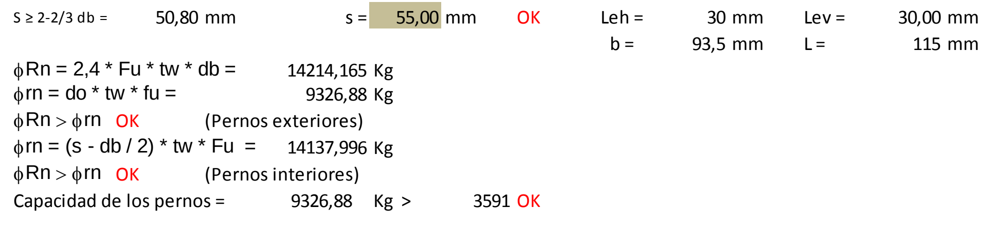


a = 63,5 mm Distancia desde el borde al primer perno

do = 30 mm do ≥ 1,5 db = 28,58 mm

Diametro de los pernos = 3/4 plg Area por perno = 2,85 cm2 Diametro = 19,05 mm

**Aplastamiento**



S ≥ 2-2/3 db = 50,80 mm s = 55,00 mm OK Leh = 30 mm Lev = 30,00 mm

b = 93,5 mm L = 115 mm

$\phi Rn = 2,4 * Fu * tw * db =$ 14214,165 Kg

$\phi rn = do * tw * fu =$ 9326,88 Kg

$\phi Rn > \phi rn$ OK (Pernos exteriores)

$\phi rn = (s - db / 2) * tw * Fu =$ 14137,996 Kg

$\phi Rn > \phi rn$ OK (Pernos interiores)

Capacidad de los pernos = 9326,88 Kg > 3591 OK

**Corte en pernos**

Rt = 0,75 * Ftv * Ab = 14407,9 Kg > 3591 OK

**Capacidad de la Plancha**

$\phi Rn = \phi * Fy * A =$ 25547,9 Kg > 3591 Kg OK

**Bloque de corte**

Anc = 1,080 cm2 Ant = 1,8 cm2

Fu Ant = 7344 Kg Fu Ant > 0,6 Fu Anc OK

0,6 Fu Anc = 2644 Kg

Total = 9988 * 0,75 = 7491 Kg > 3591 Kg OK

**Soldadura**

D = P / (0,707 Fy * Lon) = 0,1163821 cm > 1,16382 mm

Dmín = 6 mm Usar minimo Dmax = 8 mm

Presentado este diseño proveniente de la verificación Manual siguiendo el esquema de lo referido en la Norma COVENIN 1618-98, se determinan las siguientes diferencias geométricas y cantidad de materiales:

1) Una diferencia importante es las exigencia de 4 veces el diámetro del perno para determinar la separación mínima entre pernos en el software, muy diferente a lo recomendado por la norma que determina valores cercanos a 3 veces el diámetro de dichos pernos.

2) Otro aspecto, que debe manejarse siempre con el software es que este no compara el espesor mínimo de la plancha con el espesor del alma de viga a conectar, estos valores deberían ser iguales o en el peor de los casos nunca la plancha puede ser menor a este valor. Esto determina que el software aunque es el usuario quien determina la geometría a utilizar, no da un alerta al respecto. No obstante como comentario a este aspecto, el espesor presentado por el software aunque no cumple con este requerimiento, desde el punto de vista de cálculos de capacidades y esfuerzo el espesor de 6 mm es suficiente.



3) Una de las diferencias encontradas es que las soldaduras prefijadas por el software Ram Connection del Staad.Pro Design arroja que espesores de 3 mm son suficientes. No obstante, los cálculos manuales arrojan espesores mínimos de 6 mm tanto para las alas como el alma desde la óptica de lo indicado en norma.

4) En líneas generales las dimensiones están muy cercanas entre los dos recursos utilizados, ya que el cálculo manual determinaba ajustes y

aproximaciones por dimensiones reales y construibles.

# CONCLUSIONES

Con el fin de dar respuesta a los objetivos específicos y el general planteados en capítulos anteriores, se emiten las siguientes conclusiones:

Para poder realizar el análisis en el Staad.Pro Design fue necesario simular una estructura aporticada tipo bajo las combinaciones de carga establecidas por la norma COVENIN. Esta estuvo determinada por una estructura metálica aporticada de 3 niveles, definida por 2 tramos en cada eje horizontal, y simulada en base al uso de conexiones rígidas en un eje y conexiones flexibles con el apoyo de arriostramientos en el otro eje horizontal, todo con el fin de darle la estabilidad y la rigidez necesaria. En tal sentido se plantea que el diseño fue óptimo y se consideraron las condiciones normativas mínimas en cuanto a cargas, combinaciones, entre otros aspectos. Los elementos que definen a la estructura, son suficientes para soportar las cargas impuestas en referencia al cálculo realizado y la simulación presentada en el Staa.Pro Design.



No obstante, fue necesario examinar y definir las características geométricas y físicas que definen las conexiones apernadas en las estructuras de acero, su estructuración y la forma en que básicamente son construidas y proyectadas dichas conexiones. El Staad.Pro Design posee un gran grupo de conexiones típicas para el desarrollo de las uniones de las estructuras metálicas.

En tal sentido, se diseñaron las conexiones apernadas de la estructura metálica definida bajo la normativa COVENIN 1618-98. Para esto se prepararon dos hojas de cálculos: una para diseñar conexiones a momento y la otra para la proyección de conexiones a corte. Las fuerzas actuantes fueron obtenidas del diseño estructural realizado a la estructura definida anteriormente.

Una vez desarrollado estos cálculos, se realizó el diseño de las mismas conexiones pero utilizando el STAAD.PRO DESING, Ram Connection, donde se geometrizó y el mismo software determinaba si la conexión presentada era capaz de resistir las cargas actuantes mediante la configuración estructural establecida.



En tal sentido, se determinó que el Ram Connection se convierte en una gran herramienta para diseñar conexiones en estructuras metálicas, muy específicamente estructuras apernadas, donde se obtuvo que esta herramienta posee un entorno gráfico suficiente y una base de datos de conexiones típicas disponible para diseñar estas conexiones típicas.

No obstante, se obtuvo además que el calculista que utilice esta herramienta debe ser cuidadoso a la hora de utilizar ya que condiciones mínimas por configuración geométricas, tales como espesores de soldadura y espesores de planchas metálicas, el software no ofrece soluciones normativas, sino que simplemente mediante los cálculos obtenidos ofrece el cumplimiento o no de la conexión ante las solicitaciones impuestas. Esto

determina que el calculista debe conocer ciertas condiciones y practicas constructivas para utilizar cabalmente el software en cuestión.

## RECOMENDACIONES

Una vez culminado el análisis comparativo entre el software Staad.Pro Design en correspondencia con la normativa venezolana COVENIN 1618-98, se expresan las siguientes recomendaciones:

1) Es necesario establecer que el software Staad.Pro Design es una herramienta, y que ciertas condiciones normativas deben ser conocidas por el usuario, ya que las practicas usuales en la fabricación es conexiones apernadas dependen del criterio del calculista y en muchas situaciones no son norma.



2) El calculista que utilice el software debe tener a la mano estrategias que le permitan discriminar si una conexión es adecuada sin apoyarse 100 % bajo los resultados obtenidos del software analizado. Los criterios normativos, incluso entre entes contratantes y constructores en específicos varía de acuerdo a la experiencia. Proyectar conexiones es un arte, y en muchas situaciones la experiencia previa del calculista es necesaria, más que el ofrecimiento geométrico del software ante el cumplimiento de condiciones de cargas actuantes en específicas.

3) Se debe comparar los resultados obtenidos utilizando el Staad.Pro Design con otros software más específicos para el diseño de conexiones, con el fin de emitir juicios mayores ante el comportamiento y desarrollo de conexiones utilizando las herramientas comparadas.

## BIBLIOGRAFIA


1. ARIAS, F. (1999). Guía de Proyecto de Investigación. Editorial Episteme, Tercera Edición. 1999.
2. BAHSAS Y SALAZAR (2007). Diseño de un manual de detalles típicos de uniones de elementos estructurales de acero. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ing. Civil. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo. Venezuela.
3. BAVARESCO, A. (2001). Proceso Metodológico en la Investigación. Editorial LUZ. Maracaibo. Edo. Zulia.
4. BEAUFAIT, (1981). Resistencia de Materiales.
5. BROCKENBROUGH Y MERRIT (1997), Diseño de estructuras de Acero.
6. COVENIN-MINDUR 1618 (1998). Estructuras de acero para edificaciones. Método los estados limites (1ra. Revisión). Fondonorma. Caracas. Venezuela.
7. COVENIN-MINDUR 2002-(1988) Criterios y Acciones Mínimas para el Proyectos de Edificaciones.
8. COVENIN-MINDUR 1756 (2001). Norma Venezolana. Edificaciones sismorresistentes.
9. CHÁVEZ, N. (2001). Introducción a la investigación educativa. Maracaibo. Venezuela.
10. FISHER, L. (2002), Análisis estructural. España.

11. HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA (1998). Metodología de la Investigación.

12. KINNEY, J. (1997). Análisis de estructuras indeterminadas. Editorial Continental S.A. México.

13. KULAK (1987). Estructuras.

14. MCCORMAC Y ELLING (1994). Diseño de estructuras de Acero. Madrid. España.

15. LUGO Y ROMERO (1999). Diseño automatizado de juntas metálicas simples. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ing. Civil. Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo. Venezuela.

16. SIDETUR (2002). Revista Acero al Día. Venezuela.

17. SIERRA BRAVO (1998). Metodología de la Investigación.

18. TAMAYO Y TAMAYO, C. (1998) El Proceso de Investigación Científica. México. Editorial Limusa.

19. UNIVERSIDAD RAFAEL BELLOSO CHACIN (2004). Manual de Trabajo especial de Grado. Editorial Urbe. Maracaibo. Venezuela.

20. UNIVERSIDAD RAFAEL URDANETA (2006). Normas para la presentación de los trabajos de grado y/o trabajos especiales de grado. Maracaibo. Venezuela.

21. VEZGA, C (1986). Proyecto estructural de edificios aporticados de concreto armado. Edición exclusiva y propia del autor.

22. www.wikipedia.org

**ANEXOS**

## ANEXO A

## RESULTADOS DEL STAAD.PRO DESIGN

```
           **************************************************
           *                                                *
           *           STAAD.Pro                            *
           *           Version  2007    Build 01            *
           *           Proprietary Program of               *
           *           Research Engineers,  Intl.           *
           *           Date=    SEP  6, 2009                *
           *           Time=    13:13: 3                    *
           *                                                *
           *      USER ID:                                  *
           **************************************************
```

```
     1. STAAD SPACE
INPUT FILE: Estructura para conexiones1.STD
     2. START JOB INFORMATION
     3. ENGINEER DATE 05-FEB-09
     4. END JOB INFORMATION
     5. INPUT WIDTH 79
     6. UNIT METER KG
     7. JOINT COORDINATES
     8. 1 0 0 0; 2 6 0 0; 3 12 0 0; 4 0 0 4; 5 6 0 4; 6 12 0 4; 19 0 2.5 0
     9. 20 1.5 2.5 0; 21 6 2.5 0; 22 7.5 2.5 0; 23 0 2.5 4; 24 1.5 2.5 4; 25 6 2.5 4
    10. 26 7.5 2.5 4; 27 3 2.5 0; 28 4.5 2.5 0; 29 3 2.5 4; 30 4.5 2.5 4; 31 9 2.5 0
    11. 32 9 2.5 4; 33 10.5 2.5 4; 34 10.5 2.5 0; 35 12 2.5 0; 36 12 2.5 4; 37 0 5 0
    12. 38 1.5 5 0; 39 6 5 0; 40 7.5 5 0; 41 0 5 4; 42 1.5 5 4; 43 6 5 4; 44 7.5 5 4
    13. 45 3 5 0; 46 4.5 5 0; 47 3 5 4; 48 4.5 5 4; 49 9 5 0; 50 9 5 4; 51 10.5 5 4
    14. 52 10.5 5 0; 53 12 5 0; 54 12 5 4; 55 0 7.5 0; 56 1.5 7.5 0; 57 6 7.5 0
    15. 58 7.5 7.5 0; 59 0 7.5 4; 60 1.5 7.5 4; 61 6 7.5 4; 62 7.5 7.5 4; 63 3 7.5 0
    16. 64 4.5 7.5 0; 65 3 7.5 4; 66 4.5 7.5 4; 67 9 7.5 0; 68 9 7.5 4; 69 10.5 7.5 4
    17. 70 10.5 7.5 0; 71 12 7.5 0; 72 12 7.5 4; 73 0 2.5 8; 74 1.5 2.5 8; 75 6 2.5 8
    18. 76 7.5 2.5 8; 77 3 2.5 8; 78 4.5 2.5 8; 79 9 2.5 8; 80 10.5 2.5 8; 81 12 2.5 8
    19. 82 0 0 8; 83 6 0 8; 84 12 0 8; 85 0 5 8; 86 1.5 5 8; 87 6 5 8; 88 7.5 5 8
    20. 89 3 5 8; 90 4.5 5 8; 91 9 5 8; 92 10.5 5 8; 93 12 5 8; 94 0 7.5 8
    21. 95 1.5 7.5 8; 96 6 7.5 8; 97 7.5 7.5 8; 98 3 7.5 8; 99 4.5 7.5 8; 100 9 7.5 8
    22. 101 10.5 7.5 8; 102 12 7.5 8
    23. MEMBER INCIDENCES
    24. 1 19 20; 2 21 22; 3 23 24; 4 25 26; 5 20 27; 6 27 28; 7 28 21; 8 24 29
    25. 9 29 30; 10 30 25; 11 19 23; 12 20 24; 13 29 27; 14 28 30; 15 21 25; 16 22 31
    26. 17 26 32; 18 22 26; 19 32 33; 20 31 34; 21 32 31; 22 34 35; 23 33 36; 24 34 33
    27. 25 35 36; 26 19 1; 27 23 4; 28 2 21; 29 25 5; 30 36 6; 31 35 3; 32 37 38
    28. 33 39 40; 34 41 42; 35 43 44; 36 38 45; 37 45 46; 38 46 39; 39 42 47; 40 47 48
    29. 41 48 43; 42 37 41; 43 38 42; 44 47 45; 45 46 48; 46 39 43; 47 40 49; 48 44 50
    30. 49 40 44; 50 50 51; 51 49 52; 52 50 49; 53 52 53; 54 51 54; 55 52 51; 56 53 54
    31. 57 37 19; 58 41 23; 59 21 39; 60 43 25; 61 54 36; 62 53 35; 63 55 56; 64 57 58
    32. 65 59 60; 66 61 62; 67 56 63; 68 63 64; 69 64 57; 70 60 65; 71 65 66; 72 66 61
    33. 73 55 59; 74 56 60; 75 65 63; 76 64 66; 77 57 61; 78 58 67; 79 62 68; 80 58 62
    34. 81 68 69; 82 67 70; 83 68 67; 84 70 71; 85 69 72; 86 70 69; 87 71 72; 88 55 37
    35. 89 59 41; 90 39 57; 91 61 43; 92 72 54; 93 71 53; 94 73 74; 95 75 76; 96 74 77
    36. 97 77 78; 98 78 75; 99 23 73; 100 24 74; 101 77 29; 102 30 78; 103 25 75
    37. 104 76 79; 105 26 76; 106 79 80; 107 79 32; 108 80 81; 109 33 80; 110 36 81
    38. 111 73 82; 112 75 83; 113 81 84; 114 85 86; 115 87 88; 116 86 89; 117 89 90
    39. 118 90 87; 119 41 85; 120 42 86; 121 89 47; 122 48 90; 123 43 87; 124 88 91
    40. 125 44 88; 126 91 92; 127 91 50; 128 92 93; 129 51 92; 130 54 93; 131 85 73
```

```
41. 132 87 75; 133 93 81; 134 94 95; 135 96 97; 136 95 98; 137 98 99; 138 99 96
42. 139 59 94; 140 60 95; 141 98 65; 142 66 99; 143 61 96; 144 97 100; 145 62 97
43. 146 100 101; 147 100 68; 148 101 102; 149 69 101; 150 72 102; 151 94 85
44. 152 96 87; 153 102 93; 154 1 23; 155 23 37; 156 37 59; 157 55 41; 158 41 19
45. 159 19 4; 160 2 25; 161 25 39; 162 39 61; 163 57 43; 164 43 21; 165 21 5
46. 166 3 36; 167 36 53; 168 53 72; 169 71 54; 170 54 35; 171 35 6
47. START GROUP DEFINITION
48. FLOOR
49. _TECHO 63 TO 87 134 TO 150
50. _ENTREPISO 1 TO 25 32 TO 56 94 TO 110 114 TO 130
51. END GROUP DEFINITION
52. DEFINE MATERIAL START
53. ISOTROPIC STEEL
54. E 2.1E+010
55. POISSON 0.3
56. DENSITY 7850
57. ALPHA 1.2E-005
58. DAMP 0.03
59. END DEFINE MATERIAL
60. MEMBER PROPERTY AMERICAN
61. 12 TO 14 18 21 24 43 TO 45 49 52 55 74 TO 76 80 83 86 100 TO 102 105 107 109 -
62. 120 TO 122 125 127 129 140 TO 142 145 147 149 TABLE ST W8X28
63. 1 2 5 TO 7 11 15 16 20 22 25 26 28 31 TO 33 36 TO 38 42 46 47 51 53 56 57 -
64. 59 62 TO 64 67 TO 69 73 77 78 82 84 87 88 90 93 TO 99 103 104 106 108 110 -
65. 111 TO 119 123 124 126 128 130 TO 139 143 144 146 148 150 TO 152 -
66. 153 TABLE ST W8X48
67. 27 29 30 58 60 61 89 91 92 TABLE ST W10X100
68. 3 4 8 TO 10 17 19 23 34 35 39 TO 41 48 50 54 65 66 70 TO 72 79 81 -
69. 85 TABLE ST W8X58
70. 154 TO 171 TABLE T W8X35
71. CONSTANTS
72. MATERIAL STEEL ALL
73. SUPPORTS
74. 1 TO 6 82 TO 84 PINNED
75. MEMBER RELEASE
76. 11 TO 15 18 21 24 25 42 TO 46 49 52 55 56 73 TO 77 80 83 86 87 99 TO 103 105 -
77. 107 109 110 119 TO 123 125 127 129 130 139 TO 143 145 147 149 -
78. 150 START MY MZ
79. 11 TO 15 18 21 24 25 42 TO 46 49 52 55 56 73 TO 77 80 83 86 87 99 TO 103 105 -
80. 107 109 110 119 TO 123 125 127 129 130 139 TO 143 145 147 149 -
81. 150 END MY MZ
82. CUT OFF MODE SHAPE 40
83. LOAD 1 CM
84. SELFWEIGHT Y -1
85. ONEWAY LOAD
86. *CARGA MUERTA ENTREPISO 550 KG/M2
87. _ENTREPISO ONE -550 GY
88. *CARGA MUERTA TECHO 400 KG/M2
89. _TECHO ONE -400 GY
90. LOAD 2 CV
91. *CARGA VIVA ENTREPISO 300 KG/M2
92. ONEWAY LOAD
```

```
 93. _ENTREPISO ONE -300 GY
 94. *CARGA VIVA NIVELES TECHO 100 KG/M2
 95. _TECHO ONE -100 GY
 96. LOAD 3 SISMO EN X
 97. SELFWEIGHT X 1
 98. SELFWEIGHT Y 1
 99. SELFWEIGHT Z 1
100. ONEWAY LOAD
101. _ENTREPISO ONE 550 GY
102. _ENTREPISO ONE 550 GX
103. _ENTREPISO ONE 550 GZ
104. _TECHO ONE 400 GY
105. _TECHO ONE 400 GX
106. _TECHO ONE 400 GZ
107. *CARGA VIVA ENTREPISO 300 KG/M2 AL 50 % Y 0 % NIVEL TECHO
108. ONEWAY LOAD
109. _ENTREPISO ONE 150 GY
110. _ENTREPISO ONE 150 GX
111. _ENTREPISO ONE 150 GZ
112. SPECTRUM CQC X 1 Y 0.3 Z 0.3 ACC SCALE 9.81 DAMP 0.05 LIN
113. 0 0.16; 0.35 0.092; 0.7 0.092; 0.73 0.089; 1.01 0.064; 1.49 0.0434
114. 2 0.0324
115. LOAD 4 SISMO EN Y
116. SPECTRUM CQC X 0.21 Y 0.7 Z 0.21 ACC SCALE 9.81 DAMP 0.05 LIN
117. 0 0.16; 0.35 0.092; 0.7 0.092; 0.73 0.089; 1.01 0.064; 1.49 0.0434
118. 2 0.0324
119. LOAD 5 SISMO EN Z
120. SPECTRUM CQC X 0.3 Y 0.3 Z 1 ACC SCALE 9.81 DAMP 0.05 LIN
121. **DISENO
122. 0 0.16; 0.35 0.092; 0.7 0.092; 0.73 0.089; 1.01 0.064; 1.49 0.0434
123. 2 0.0324
124. LOAD COMB 6 1.4 CM
125. 1 1.4
126. LOAD COMB 7 1.2 CM + 1.6 CV
127. 1 1.2 2 1.6
128. LOAD COMB 8 1.2 CM + CV + SX + 0.3 SY + 0.3 SZ
129. 1 1.2 2 1.0 3 1.0
130. LOAD COMB 9 1.2 CM + CV - SX - 0.3 SY - 0.3 SZ
131. 1 1.2 2 1.0 3 -1.0
132. LOAD COMB 10 1.2 CM + CV + 0.3 SX + SY + 0.3 SZ
133. 1 1.2 2 1.0 4 1.0
134. LOAD COMB 11 1.2 CM + CV - 0.3 SX - SY - 0.3 SZ
135. 1 1.2 2 1.0 4 -1.0
136. LOAD COMB 12 1.2 CM + CV + 0.3 SX + 0.3 SY + SZ
137. 1 1.2 2 1.0 5 1.0
138. LOAD COMB 13 1.2 CM + CV - 0.3 SX - 0.3 SY - SZ
139. 1 1.2 2 1.0 5 -1.0
140. LOAD COMB 14 0.9 CM + SX + 0.3 SY + 0.3 SZ
141. 1 0.9 3 1.0
142. LOAD COMB 15 0.9 CM - SX - 0.3 SY - 0.3 SZ
```

```
143. 1 0.9 3 -1.0
144. LOAD COMB 16 0.9 CM + 0.3 SX + SY + 0.3 SZ
145. 1 0.9 4 1.0
146. LOAD COMB 17 0.9 CM - 0.3 SX - SY - 0.3 SZ
147. 1 0.9 4 -1.0
148. LOAD COMB 18 0.9 CM + 0.3 SX + 0.3 SY + SZ
149. 1 0.9 5 1.0
150. LOAD COMB 19 0.9 CM - 0.3 SX - 0.3 SY - SZ
151. 1 0.9 5 -1.0
152. **SERVICIO
153. LOAD COMB 20 CM + CV
154. 1 1.0 2 1.0
155. LOAD COMB 21 CM + CV + SX + 0.3 SY + 0.3 SZ
156. 1 1.0 2 1.0 3 1.0
157. LOAD COMB 22 CM + CV - SX - 0.3 SY - 0.3 SZ
158. 1 1.0 2 1.0 3 -1.0
159. LOAD COMB 23 CM + CV + 0.3 SX + SY + 0.3 SZ
160. 1 1.0 2 1.0 4 1.0
161. LOAD COMB 24 CM + CV - 0.3 SX - SY - 0.3 SZ
162. 1 1.0 2 1.0 4 -1.0
163. LOAD COMB 25 CM + CV + 0.3 SX + 0.3 SY + SZ
164. 1 1.0 2 1.0 5 1.0
165. LOAD COMB 26 CM + CV - 0.3 SX - 0.3 SY - SZ
166. 1 1.0 2 1.0 5 -1.0
167. PERFORM ANALYSIS PRINT STATICS CHECK
```

**P R O B L E M   S T A T I S T I C S**



**NUMBER OF JOINTS/MEMBER+ELEMENTS/SUPPORTS = 90/ 171/ 9**
**TOTAL PRIMARY LOAD CASES = 5, TOTAL DEGREES OF FREEDOM = 513**
**SIZE OF STIFFNESS MATRIX = 6 DOUBLE KILO-WORDS**
**REQRD/AVAIL. DISK SPACE = 12.5/ 1645.6 MB**

```
NUMBER OF MODES REQUESTED              =    40
NUMBER OF EXISTING MASSES IN THE MODEL =   243
NUMBER OF MODES THAT WILL BE USED      =    40
```

CALCULATED FREQUENCIES FOR LOAD CASE 3

| MODE | FREQUENCY(CYCLES/SEC) | PERIOD(SEC) |
|---|---|---|
| 1 | 1.209 | 0.82692 |
| 2 | 1.249 | 0.80089 |
| 3 | 1.767 | 0.56584 |
| 4 | 2.654 | 0.37677 |
| 5 | 2.759 | 0.36245 |
| 6 | 3.219 | 0.31070 |
| 7 | 3.471 | 0.28809 |
| 8 | 3.784 | 0.26430 |
| 9 | 4.353 | 0.22972 |
| 10 | 5.035 | 0.19862 |
| 11 | 5.081 | 0.19681 |
| 12 | 5.369 | 0.18626 |
| 13 | 6.549 | 0.15269 |
| 14 | 6.798 | 0.14710 |
| 15 | 7.109 | 0.14066 |
| 16 | 7.156 | 0.13975 |
| 17 | 7.161 | 0.13965 |
| 18 | 7.194 | 0.13901 |
| 19 | 7.664 | 0.13048 |
| 20 | 7.678 | 0.13024 |
| 21 | 7.782 | 0.12850 |
| 22 | 8.015 | 0.12477 |
| 23 | 8.425 | 0.11870 |
| 24 | 8.444 | 0.11843 |
| 25 | 8.540 | 0.11710 |
| 26 | 8.568 | 0.11671 |
| 27 | 8.648 | 0.11564 |
| 28 | 8.650 | 0.11561 |
| 29 | 8.836 | 0.11317 |
| 30 | 8.981 | 0.11135 |
| 31 | 9.382 | 0.10658 |
| 32 | 9.853 | 0.10149 |
| 33 | 9.884 | 0.10118 |
| 34 | 10.230 | 0.09776 |
| 35 | 10.249 | 0.09757 |
| 36 | 11.034 | 0.09063 |
| 37 | 11.056 | 0.09045 |
| 38 | 11.496 | 0.08698 |
| 39 | 12.044 | 0.08303 |
| 40 | 13.069 | 0.07652 |

RESPONSE LOAD CASE 3

CQC MODAL COMBINATION METHOD USED.
DYNAMIC WEIGHT X Y Z 1.995324E+05 1.995324E+05 1.995324E+05 KG
MISSING WEIGHT X Y Z -1.842090E+02 -5.926979E+04 -7.961411E+03 KG
MODAL WEIGHT X Y Z 1.993482E+05 1.402626E+05 1.915710E+05 KG

| MODE | ACCELERATION-G | DAMPING |
|---|---|---|
| 1 | 0.08037 | 0.05000 |
| 2 | 0.08270 | 0.05000 |
| 3 | 0.09203 | 0.05000 |
| 4 | 0.09203 | 0.05000 |
| 5 | 0.09203 | 0.05000 |
| 6 | 0.09969 | 0.05000 |
| 7 | 0.10410 | 0.05000 |
| 8 | 0.10873 | 0.05000 |
| 9 | 0.11548 | 0.05000 |
| 10 | 0.12154 | 0.05000 |
| 11 | 0.12189 | 0.05000 |
| 12 | 0.12395 | 0.05000 |
| 13 | 0.13049 | 0.05000 |
| 14 | 0.13158 | 0.05000 |
| 15 | 0.13283 | 0.05000 |
| 16 | 0.13301 | 0.05000 |
| 17 | 0.13303 | 0.05000 |
| 18 | 0.13316 | 0.05000 |
| 19 | 0.13482 | 0.05000 |
| 20 | 0.13486 | 0.05000 |
| 21 | 0.13520 | 0.05000 |
| 22 | 0.13593 | 0.05000 |
| 23 | 0.13711 | 0.05000 |
| 24 | 0.13717 | 0.05000 |
| 25 | 0.13743 | 0.05000 |
| 26 | 0.13750 | 0.05000 |
| 27 | 0.13771 | 0.05000 |
| 28 | 0.13772 | 0.05000 |
| 29 | 0.13819 | 0.05000 |
| 30 | 0.13855 | 0.05000 |
| 31 | 0.13948 | 0.05000 |
| 32 | 0.14047 | 0.05000 |
| 33 | 0.14053 | 0.05000 |
| 34 | 0.14120 | 0.05000 |
| 35 | 0.14123 | 0.05000 |
| 36 | 0.14258 | 0.05000 |
| 37 | 0.14262 | 0.05000 |
| 38 | 0.14330 | 0.05000 |
| 39 | 0.14407 | 0.05000 |
| 40 | 0.14534 | 0.05000 |

MODAL BASE ACTIONS FORCES IN KG LENGTH IN METE

MOMENTS ARE ABOUT THE ORIGIN

| MODE | PERIOD | FX | FY | FZ | MX | MY | MZ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.827 | 11319.89 | 0.01 | 0.04 | 0.05 | 30595.22 | -57030.32 |
| 2 | 0.801 | 3854.27 | 0.00 | 0.02 | 0.03 | 31054.49 | -19142.32 |
| 3 | 0.566 | 19.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -739.48 | -70.55 |
| 4 | 0.377 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.33 | -0.01 |
| 5 | 0.362 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -97.91 | -0.31 |
| 6 | 0.311 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -19.89 | 0.06 |
| 7 | 0.288 | 0.01 | -0.88 | 4539.53 | 22171.27 | -27237.11 | -5.32 |
| 8 | 0.264 | 0.00 | -0.18 | 355.07 | 59.97 | -2130.38 | -1.07 |
| 9 | 0.230 | 0.00 | -0.72 | 193.72 | 2405.78 | -1162.33 | -4.19 |
| 10 | 0.199 | 239.74 | 0.00 | 0.00 | 0.04 | 1906.39 | 879.36 |
| 11 | 0.197 | 429.75 | 0.00 | 0.04 | 0.02 | 425.25 | 1352.16 |
| 12 | 0.186 | 547.19 | 0.01 | 0.02 | -0.09 | 2537.61 | 901.72 |
| 13 | 0.153 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.33 | -3.24 |
| 14 | 0.147 | 0.58 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -3.95 | -178.63 |
| 15 | 0.141 | 0.03 | 642.48 | 5.40 | -2535.77 | -32.57 | 3855.14 |
| 16 | 0.140 | -0.03 | 1460.24 | 4.06 | -5791.72 | -24.61 | 8761.67 |
| 17 | 0.140 | 1.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.66 | -12.72 |
| 18 | 0.139 | 1.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -2.60 | -13.22 |
| 19 | 0.130 | 1.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.48 | -196.64 |
| 20 | 0.130 | 1.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 27.85 | -198.41 |
| 21 | 0.129 | 0.00 | 105.69 | 58.36 | 65.87 | -350.21 | 634.12 |
| 22 | 0.125 | 1.92 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 25.66 | 233.58 |
| 23 | 0.119 | 0.00 | 72.37 | -0.02 | -579.47 | 0.12 | 434.21 |
| 24 | 0.118 | 0.00 | 44.25 | -1.75 | 1.47 | 10.45 | 265.58 |
| 25 | 0.117 | -0.01 | 1088.79 | -0.01 | -8714.24 | 0.08 | 6533.06 |
| 26 | 0.117 | -0.02 | 1086.86 | -12.38 | -86.49 | 74.67 | 6521.67 |
| 27 | 0.116 | 4.51 | 0.00 | 0.01 | -0.01 | 34.79 | 301.22 |
| 28 | 0.116 | 4.43 | 0.01 | 0.01 | -0.01 | -150.00 | 286.17 |
| 29 | 0.113 | 0.02 | 616.63 | 7.45 | -2475.68 | -44.81 | 3699.21 |
| 30 | 0.111 | 0.29 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 139.18 | 17.77 |
| 31 | 0.107 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.85 | -0.50 |
| 32 | 0.101 | 38.77 | 0.00 | 0.01 | -0.05 | 43.37 | -179.77 |
| 33 | 0.101 | 38.01 | 0.03 | 0.02 | 0.08 | 303.94 | -176.76 |
| 34 | 0.098 | 0.00 | 326.93 | 0.00 | -2614.41 | -0.10 | 1962.19 |
| 35 | 0.098 | -0.02 | 338.26 | 17.50 | 127.45 | -105.02 | 2027.34 |
| 36 | 0.091 | -0.01 | 4.73 | 17.81 | 3.74 | -107.13 | 29.01 |
| 37 | 0.090 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 53.45 | 1.96 |
| 38 | 0.087 | 156.77 | -0.01 | -0.15 | -1.16 | 488.90 | -174.06 |
| 39 | 0.083 | -0.01 | -9.05 | 36.89 | 253.54 | -221.30 | -53.97 |
| 40 | 0.077 | -0.02 | -55.52 | 1148.42 | 5739.49 | -6892.05 | -315.70 |

| MODE | MASS PARTICIPATION FACTORS IN PERCENT | | | | | | BASE SHEAR IN KG | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | X | Y | Z | SUMM-X | SUMM-Y | SUMM-Z | X | Y | Z |
| 1 | 70.59 | 0.00 | 0.00 | 70.585 | 0.000 | 0.000 | 11319.88 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 23.36 | 0.00 | 0.00 | 93.943 | 0.000 | 0.000 | 3854.26 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 94.050 | 0.000 | 0.000 | 19.66 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 94.050 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 94.050 | 0.000 | 0.000 | 0.10 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 94.050 | 0.000 | 0.000 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 0.00 | 0.00 | 72.86 | 94.050 | 0.000 | 72.864 | 0.00 | 0.00 | 4540.39 |
| 8 | 0.00 | 0.00 | 5.46 | 94.050 | 0.000 | 78.321 | 0.00 | 0.00 | 355.24 |
| 9 | 0.00 | 0.00 | 2.81 | 94.050 | 0.000 | 81.135 | 0.00 | 0.00 | 194.45 |
| 10 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 95.039 | 0.000 | 81.135 | 239.74 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 1.77 | 0.00 | 0.00 | 96.806 | 0.000 | 81.135 | 429.74 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 2.21 | 0.00 | 0.00 | 99.019 | 0.000 | 81.135 | 547.18 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.022 | 0.000 | 81.135 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.025 | 0.000 | 81.135 | 0.58 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | 0.00 | 8.01 | 0.00 | 99.025 | 8.012 | 81.135 | 0.00 | 637.05 | 0.05 |
| 16 | 0.00 | 18.29 | 0.00 | 99.025 | 26.302 | 81.135 | 0.00 | 1456.28 | 0.01 |
| 17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.029 | 26.302 | 81.135 | 1.08 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.032 | 26.302 | 81.135 | 1.02 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 99.038 | 26.302 | 81.135 | 1.56 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 99.044 | 26.302 | 81.135 | 1.60 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | 0.00 | 0.84 | 0.26 | 99.044 | 27.144 | 81.392 | 0.00 | 68.09 | 20.76 |
| 22 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 99.051 | 27.144 | 81.392 | 1.92 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | 0.00 | 0.88 | 0.00 | 99.051 | 28.023 | 81.392 | 0.00 | 72.37 | 0.00 |
| 24 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 99.051 | 28.586 | 81.393 | 0.00 | 46.07 | 0.07 |
| 25 | 0.00 | 13.24 | 0.00 | 99.051 | 41.822 | 81.393 | 0.00 | 1088.83 | 0.00 |
| 26 | 0.00 | 13.36 | 0.00 | 99.051 | 55.180 | 81.394 | 0.00 | 1099.44 | 0.14 |
| 27 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 99.068 | 55.180 | 81.394 | 4.51 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 99.084 | 55.180 | 81.394 | 4.42 | 0.00 | 0.00 |
| 29 | 0.00 | 7.36 | 0.00 | 99.084 | 62.544 | 81.395 | 0.00 | 609.20 | 0.09 |
| 30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.085 | 62.544 | 81.395 | 0.30 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.085 | 62.544 | 81.395 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| 32 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 99.223 | 62.544 | 81.395 | 38.77 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 99.359 | 62.544 | 81.395 | 37.99 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 0.00 | 3.87 | 0.00 | 99.359 | 66.413 | 81.395 | 0.00 | 326.94 | 0.00 |
| 35 | 0.00 | 3.80 | 0.01 | 99.359 | 70.217 | 81.406 | 0.00 | 321.68 | 0.86 |
| 36 | 0.00 | 0.01 | 0.17 | 99.359 | 70.229 | 81.571 | 0.00 | 0.99 | 14.09 |
| 37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.359 | 70.229 | 81.571 | 0.13 | 0.00 | 0.00 |
| 38 | 0.55 | 0.00 | 0.00 | 99.908 | 70.229 | 81.571 | 156.82 | 0.00 | 0.00 |
| 39 | 0.00 | 0.03 | 0.57 | 99.908 | 70.263 | 82.138 | 0.00 | 2.94 | 48.91 |
| 40 | 0.00 | 0.03 | 13.87 | 99.908 | 70.296 | 96.010 | 0.00 | 2.82 | 1206.83 |
| | | | | | TOTAL SRSS | SHEAR | 11981.84 | 2348.27 | 4715.78 |
| | | | | | TOTAL 10PCT | SHEAR | 15223.86 | 3709.54 | 5058.06 |
| | | | | | TOTAL ABS | SHEAR | 16662.27 | 5732.70 | 6381.90 |
| | | | | | TOTAL CQC | SHEAR | 14950.92 | 4153.38 | 4950.27 |

RESPONSE LOAD CASE 4

CQC MODAL COMBINATION METHOD USED.
DYNAMIC WEIGHT X Y Z 1.995324E+05 1.995324E+05 1.995324E+05 KG
MISSING WEIGHT X Y Z -1.842090E+02 -5.926979E+04 -7.961411E+03 KG
MODAL WEIGHT X Y Z 1.993482E+05 1.402626E+05 1.915710E+05 KG

| MODE | ACCELERATION-G | DAMPING |
|---|---|---|
| 1 | 0.08037 | 0.05000 |
| 2 | 0.08270 | 0.05000 |
| 3 | 0.09203 | 0.05000 |
| 4 | 0.09203 | 0.05000 |
| 5 | 0.09203 | 0.05000 |
| 6 | 0.09969 | 0.05000 |
| 7 | 0.10410 | 0.05000 |
| 8 | 0.10873 | 0.05000 |
| 9 | 0.11548 | 0.05000 |
| 10 | 0.12154 | 0.05000 |
| 11 | 0.12189 | 0.05000 |
| 12 | 0.12395 | 0.05000 |
| 13 | 0.13049 | 0.05000 |
| 14 | 0.13158 | 0.05000 |
| 15 | 0.13283 | 0.05000 |
| 16 | 0.13301 | 0.05000 |
| 17 | 0.13303 | 0.05000 |
| 18 | 0.13316 | 0.05000 |
| 19 | 0.13482 | 0.05000 |
| 20 | 0.13486 | 0.05000 |
| 21 | 0.13520 | 0.05000 |
| 22 | 0.13593 | 0.05000 |
| 23 | 0.13711 | 0.05000 |
| 24 | 0.13717 | 0.05000 |
| 25 | 0.13743 | 0.05000 |
| 26 | 0.13750 | 0.05000 |
| 27 | 0.13771 | 0.05000 |
| 28 | 0.13772 | 0.05000 |
| 29 | 0.13819 | 0.05000 |
| 30 | 0.13855 | 0.05000 |
| 31 | 0.13948 | 0.05000 |
| 32 | 0.14047 | 0.05000 |
| 33 | 0.14053 | 0.05000 |
| 34 | 0.14120 | 0.05000 |
| 35 | 0.14123 | 0.05000 |
| 36 | 0.14258 | 0.05000 |
| 37 | 0.14262 | 0.05000 |
| 38 | 0.14330 | 0.05000 |
| 39 | 0.14407 | 0.05000 |
| 40 | 0.14534 | 0.05000 |

MODAL BASE ACTIONS FORCES IN KG LENGTH IN METE

| MODE | PERIOD | FX | FY | FZ | MX | MY | MZ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | MOMENTS ARE ABOUT THE ORIGIN | | |
| 1 | 0.827 | 2377.19 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 6425.03 | -11976.43 |
| 2 | 0.801 | 809.40 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 6521.48 | -4019.91 |
| 3 | 0.566 | 4.13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -155.29 | -14.82 |
| 4 | 0.377 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.07 | 0.00 |
| 5 | 0.362 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -20.57 | -0.07 |
| 6 | 0.311 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -4.17 | 0.01 |
| 7 | 0.288 | 0.01 | -0.62 | 3176.22 | 15512.80 | -19057.27 | -3.72 |
| 8 | 0.264 | 0.00 | -0.13 | 248.25 | 41.93 | -1489.49 | -0.75 |
| 9 | 0.230 | 0.00 | -0.50 | 134.43 | 1669.40 | -806.55 | -2.90 |
| 10 | 0.199 | 50.34 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 400.34 | 184.67 |
| 11 | 0.197 | 90.25 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 89.31 | 283.97 |
| 12 | 0.186 | 114.92 | 0.00 | 0.00 | -0.02 | 532.96 | 189.38 |
| 13 | 0.153 | 0.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.12 | -0.68 |
| 14 | 0.147 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.83 | -37.46 |
| 15 | 0.141 | 0.06 | 1490.21 | 12.53 | -5881.57 | -75.55 | 8941.77 |
| 16 | 0.140 | -0.06 | 3400.80 | 9.46 | -13488.52 | -57.31 | 20405.35 |
| 17 | 0.140 | 0.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.81 | -2.66 |
| 18 | 0.139 | 0.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.54 | -2.77 |
| 19 | 0.130 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.61 | 41.19 |
| 20 | 0.130 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.84 | -41.65 |
| 21 | 0.129 | 0.00 | 185.20 | 102.26 | 115.43 | [illegible] | 1111.12 |
| 22 | 0.125 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.38 | 48.95 |
| 23 | 0.119 | 0.01 | [illegible] | -0.04 | -1352.09 | 0.28 | 1013.14 |
| 24 | 0.118 | 0.00 | 106.23 | -4.19 | 3.54 | 25.08 | 637.49 |
| 25 | 0.117 | -0.02 | 2540.58 | -0.03 | -20333.80 | 0.18 | 15244.22 |
| 26 | 0.117 | -0.04 | 2556.59 | -29.13 | -203.46 | 175.65 | 15340.74 |
| 27 | 0.116 | 0.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.33 | 63.42 |
| 28 | 0.116 | 0.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -31.79 | 60.64 |
| 29 | 0.113 | 0.06 | 1426.62 | 17.23 | -5727.65 | -103.68 | 8558.37 |
| 30 | 0.111 | 0.06 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 29.37 | 3.75 |
| 31 | 0.107 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.39 | -0.09 |
| 32 | 0.101 | 8.14 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 9.11 | -37.75 |
| 33 | 0.101 | 8.00 | 0.01 | 0.00 | 0.02 | 63.99 | -37.21 |
| 34 | 0.098 | -0.01 | 762.86 | 0.00 | -6100.43 | -0.24 | 4578.56 |
| 35 | 0.098 | -0.04 | 762.21 | 39.43 | 287.20 | -236.65 | 4568.30 |
| 36 | 0.091 | -0.01 | 4.93 | 18.59 | 3.90 | -111.82 | 30.28 |
| 37 | 0.090 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 11.23 | 0.41 |
| 38 | 0.087 | 32.90 | 0.00 | -0.03 | -0.24 | 102.59 | -36.52 |
| 39 | 0.083 | 0.00 | -1.53 | 6.25 | 42.93 | -37.48 | -9.14 |
| 40 | 0.077 | -0.01 | -34.26 | 708.63 | 3541.53 | -4252.71 | -194.80 |

| MODE | MASS PARTICIPATION FACTORS IN PERCENT X | Y | Z | SUMM-X | SUMM-Y | SUMM-Z | BASE SHEAR IN KG X | Y | Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 70.59 | 0.00 | 0.00 | 70.585 | 0.000 | 0.000 | 2377.17 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 23.36 | 0.00 | 0.00 | 93.943 | 0.000 | 0.000 | 809.40 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 94.050 | 0.000 | 0.000 | 4.13 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 94.050 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 94.050 | 0.000 | 0.000 | 0.02 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 94.050 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 0.00 | 0.00 | 72.86 | 94.050 | 0.000 | 72.864 | 0.00 | 0.00 | 3178.27 |
| 8 | 0.00 | 0.00 | 5.46 | 94.050 | 0.000 | 78.321 | 0.00 | 0.00 | 248.67 |
| 9 | 0.00 | 0.00 | 2.81 | 94.050 | 0.000 | 81.135 | 0.00 | 0.01 | 136.12 |
| 10 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 95.039 | 0.000 | 81.135 | 50.34 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 1.77 | 0.00 | 0.00 | 96.806 | 0.000 | 81.135 | 90.25 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 2.21 | 0.00 | 0.00 | 99.019 | 0.000 | 81.135 | 114.91 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.022 | 0.000 | 81.135 | 0.21 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.025 | 0.000 | 81.135 | 0.12 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | 0.00 | 8.01 | 0.00 | 99.025 | 8.012 | 81.135 | 0.00 | 1486.44 | 0.03 |
| 16 | 0.00 | 18.29 | 0.00 | 99.025 | 26.302 | 81.135 | 0.00 | 3397.98 | 0.01 |
| 17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.029 | 26.302 | 81.135 | 0.23 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.032 | 26.302 | 81.135 | 0.22 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 99.038 | 26.302 | 81.135 | 0.33 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 99.044 | 26.302 | 81.135 | 0.33 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | 0.00 | 0.84 | 0.26 | 99.044 | 27.144 | 81.392 | 0.00 | 158.88 | 14.53 |
| 22 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 99.051 | 27.144 | 81.392 | 0.40 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | 0.00 | 0.88 | 0.00 | 99.051 | 28.025 | 81.392 | 0.00 | 168.86 | 0.00 |
| 24 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 99.051 | 28.586 | 81.393 | 0.00 | 107.50 | 0.05 |
| 25 | 0.00 | 13.24 | 0.00 | 99.051 | 41.822 | 81.393 | 0.00 | 2540.60 | 0.00 |
| 26 | 0.00 | 13.36 | 0.00 | 99.051 | 55.180 | 81.394 | 0.00 | 2565.37 | 0.10 |
| 27 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 99.068 | 55.180 | 81.394 | 0.95 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 99.084 | 55.180 | 81.394 | 0.93 | 0.00 | 0.00 |
| 29 | 0.00 | 7.36 | 0.00 | 99.084 | 62.544 | 81.395 | 0.00 | 1421.46 | 0.06 |
| 30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.085 | 62.544 | 81.395 | 0.06 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.085 | 62.544 | 81.395 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 32 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 99.223 | 62.544 | 81.395 | 8.14 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 99.359 | 62.544 | 81.395 | 7.98 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 0.00 | 3.87 | 0.00 | 99.359 | 66.413 | 81.395 | 0.00 | 762.86 | 0.00 |
| 35 | 0.00 | 3.80 | 0.01 | 99.359 | 70.217 | 81.406 | 0.00 | 750.58 | 0.60 |
| 36 | 0.00 | 0.01 | 0.17 | 99.359 | 70.229 | 81.571 | 0.00 | 2.32 | 9.86 |
| 37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.359 | 70.229 | 81.571 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 38 | 0.55 | 0.00 | 0.00 | 99.908 | 70.229 | 81.571 | 32.93 | 0.00 | 0.00 |
| 39 | 0.00 | 0.03 | 0.57 | 99.908 | 70.263 | 82.138 | 0.00 | 6.86 | 34.24 |
| 40 | 0.00 | 0.03 | 13.87 | 99.908 | 70.296 | 96.010 | 0.00 | 6.58 | 844.78 |
| | | | | | TOTAL SRSS | SHEAR | 2516.19 | 5479.31 | 3301.05 |
| | | | | | TOTAL 10PCT | SHEAR | 3197.01 | 8655.59 | 3540.64 |
| | | | | | TOTAL ABS | SHEAR | 3499.08 | 13376.29 | 4467.33 |
| | | | | | TOTAL CQC | SHEAR | 3139.69 | 9691.22 | 3465.19 |

RESPONSE LOAD CASE 5

```
CQC           MODAL COMBINATION METHOD USED.
DYNAMIC WEIGHT X Y Z   1.995324E+05  1.995324E+05  1.995324E+05 KG
MISSING WEIGHT X Y Z  -1.842090E+02 -5.926979E+04 -7.961411E+03 KG
  MODAL WEIGHT X Y Z   1.993482E+05  1.402626E+05  1.915710E+05 KG
```

| MODE | ACCELERATION-G | DAMPING |
|---|---|---|
| 1 | 0.08037 | 0.05000 |
| 2 | 0.08270 | 0.05000 |
| 3 | 0.09203 | 0.05000 |
| 4 | 0.09203 | 0.05000 |
| 5 | 0.09203 | 0.05000 |
| 6 | 0.09969 | 0.05000 |
| 7 | 0.10410 | 0.05000 |
| 8 | 0.10873 | 0.05000 |
| 9 | 0.11548 | 0.05000 |
| 10 | 0.12154 | 0.05000 |
| 11 | 0.12189 | 0.05000 |
| 12 | 0.12395 | 0.05000 |
| 13 | 0.13049 | 0.05000 |
| 14 | 0.13158 | 0.05000 |
| 15 | 0.13283 | 0.05000 |
| 16 | 0.13301 | 0.05000 |
| 17 | 0.13303 | 0.05000 |
| 18 | 0.13316 | 0.05000 |
| 19 | 0.13482 | 0.05000 |
| 20 | 0.13486 | 0.05000 |
| 21 | 0.13520 | 0.05000 |
| 22 | 0.13593 | 0.05000 |
| 23 | 0.13711 | 0.05000 |
| 24 | 0.13717 | 0.05000 |
| 25 | 0.13743 | 0.05000 |
| 26 | 0.13750 | 0.05000 |
| 27 | 0.13771 | 0.05000 |
| 28 | 0.13772 | 0.05000 |
| 29 | 0.13819 | 0.05000 |
| 30 | 0.13855 | 0.05000 |
| 31 | 0.13948 | 0.05000 |
| 32 | 0.14047 | 0.05000 |
| 33 | 0.14053 | 0.05000 |
| 34 | 0.14120 | 0.05000 |
| 35 | 0.14123 | 0.05000 |
| 36 | 0.14258 | 0.05000 |
| 37 | 0.14262 | 0.05000 |
| 38 | 0.14330 | 0.05000 |
| 39 | 0.14407 | 0.05000 |
| 40 | 0.14534 | 0.05000 |

MODAL BASE ACTIONS FORCES IN KG LENGTH IN METE

MOMENTS ARE ABOUT THE ORIGIN

| MODE | PERIOD | FX | FY | FZ | MX | MY | MZ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.827 | 3396.00 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 9178.66 | -17109.28 |
| 2 | 0.801 | 1156.30 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 9316.51 | -5742.80 |
| 3 | 0.566 | 5.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -221.80 | -21.16 |
| 4 | 0.377 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.11 | 0.00 |
| 5 | 0.362 | 0.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -29.44 | -0.09 |
| 6 | 0.311 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -5.97 | 0.02 |
| 7 | 0.288 | 0.02 | -2.94 | 15133.75 | 73913.90 | -90802.24 | -17.74 |
| 8 | 0.264 | 0.00 | -0.60 | 1183.96 | 199.96 | -7103.74 | -3.56 |
| 9 | 0.230 | -0.01 | -2.41 | 647.44 | 8040.43 | -3884.65 | -13.99 |
| 10 | 0.199 | 71.92 | 0.00 | 0.00 | 0.01 | 571.91 | 263.80 |
| 11 | 0.197 | 128.96 | 0.00 | 0.01 | 0.01 | 127.61 | 405.75 |
| 12 | 0.186 | 164.18 | 0.00 | 0.01 | -0.03 | 761.40 | 270.55 |
| 13 | 0.153 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.60 | -0.97 |
| 14 | 0.147 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.17 | -52.96 |
| 15 | 0.141 | 0.03 | 654.92 | 5.51 | -2584.85 | -33.20 | 3929.76 |
| 16 | 0.140 | -0.03 | 1469.75 | 4.09 | -5829.45 | -24.77 | 8818.75 |
| 17 | 0.140 | 0.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.60 | -3.81 |
| 18 | 0.139 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.77 | -3.94 |
| 19 | 0.130 | 0.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.74 | 59.01 |
| 20 | 0.130 | 0.48 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.38 | -59.70 |
| 21 | 0.129 | 0.00 | 193.42 | 106.80 | 120.55 | -640.89 | 1160.44 |
| 22 | 0.125 | 0.57 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.67 | 69.86 |
| 23 | 0.119 | 0.00 | 72.32 | -0.02 | -579.08 | 0.12 | 433.92 |
| 24 | 0.118 | 0.00 | 40.01 | -1.58 | 1.33 | 9.44 | 240.10 |
| 25 | 0.117 | -0.01 | 1088.77 | -0.01 | -8714.08 | 0.08 | 6532.94 |
| 26 | 0.117 | -0.02 | 1057.67 | -12.05 | -84.17 | 72.67 | 6346.52 |
| 27 | 0.116 | 1.36 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.52 | 91.09 |
| 28 | 0.116 | 1.34 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -45.51 | 86.82 |
| 29 | 0.113 | 0.03 | 633.74 | 7.65 | -2544.37 | -46.06 | 3801.85 |
| 30 | 0.111 | 0.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 39.95 | 5.10 |
| 31 | 0.107 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.59 | -0.10 |
| 32 | 0.101 | 11.64 | 0.00 | 0.00 | -0.01 | 13.02 | -53.96 |
| 33 | 0.101 | 11.43 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 91.40 | -53.15 |
| 34 | 0.098 | 0.00 | 326.93 | 0.00 | -2614.42 | -0.10 | 1962.20 |
| 35 | 0.098 | -0.02 | 377.12 | 19.51 | 142.10 | -117.09 | 2260.27 |
| 36 | 0.091 | -0.03 | 13.46 | 50.70 | 10.64 | -305.04 | 82.61 |
| 37 | 0.090 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.19 | 0.56 |
| 38 | 0.087 | 46.90 | 0.00 | -0.04 | -0.35 | 146.25 | -52.07 |
| 39 | 0.083 | -0.03 | -37.04 | 151.05 | 1038.15 | -906.15 | -220.97 |
| 40 | 0.077 | -0.06 | -191.66 | 3964.41 | 19812.98 | -23791.67 | -1089.79 |

MASS PARTICIPATION FACTORS IN PERCENT / BASE SHEAR IN KG

| MODE | X | Y | Z | SUMM-X | SUMM-Y | SUMM-Z | X | Y | Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 70.59 | 0.00 | 0.00 | 70.585 | 0.000 | 0.000 | 3395.96 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 23.36 | 0.00 | 0.00 | 93.943 | 0.000 | 0.000 | 1156.28 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 94.050 | 0.000 | 0.000 | 5.90 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 94.050 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 94.050 | 0.000 | 0.000 | 0.03 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 94.050 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 7 | 0.00 | 0.00 | 72.86 | 94.050 | 0.000 | 72.864 | 0.00 | 0.00 | 15134.62 |
| 8 | 0.00 | 0.00 | 5.46 | 94.050 | 0.000 | 78.321 | 0.00 | 0.00 | 1184.14 |
| 9 | 0.00 | 0.00 | 2.81 | 94.050 | 0.000 | 81.135 | 0.00 | 0.00 | 648.17 |
| 10 | 0.99 | 0.00 | 0.00 | 95.039 | 0.000 | 81.135 | 71.92 | 0.00 | 0.00 |
| 11 | 1.77 | 0.00 | 0.00 | 96.806 | 0.000 | 81.135 | 128.92 | 0.00 | 0.00 |
| 12 | 2.21 | 0.00 | 0.00 | 99.019 | 0.000 | 81.135 | 164.15 | 0.00 | 0.00 |
| 13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.022 | 0.000 | 81.135 | 0.30 | 0.00 | 0.00 |
| 14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.025 | 0.000 | 81.135 | 0.17 | 0.00 | 0.00 |
| 15 | 0.00 | 8.01 | 0.00 | 99.025 | 8.012 | 81.135 | 0.00 | 637.05 | 0.15 |
| 16 | 0.00 | 18.29 | 0.00 | 99.025 | 26.302 | 81.135 | 0.00 | 1456.28 | 0.04 |
| 17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.029 | 26.302 | 81.135 | 0.32 | 0.00 | 0.00 |
| 18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.032 | 26.302 | 81.135 | 0.31 | 0.00 | 0.00 |
| 19 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 99.038 | 26.302 | 81.135 | 0.47 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 99.044 | 26.302 | 81.135 | 0.48 | 0.00 | 0.00 |
| 21 | 0.00 | 0.84 | 0.26 | 99.044 | 27.144 | 81.392 | 0.00 | 68.09 | 9.20 |
| 22 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 99.051 | 27.144 | 81.392 | 0.58 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | 0.00 | 0.88 | 0.00 | 99.051 | 28.025 | 81.392 | 0.00 | 72.37 | 0.00 |
| 24 | 0.00 | 0.56 | 0.00 | 99.051 | 28.586 | 81.393 | 0.00 | 46.07 | 0.24 |
| 25 | 0.00 | 13.24 | 0.00 | 99.051 | 41.822 | 81.393 | 0.00 | 1088.83 | 0.00 |
| 26 | 0.00 | 13.36 | 0.00 | 99.051 | 55.180 | 81.394 | 0.00 | 1099.44 | 0.48 |
| 27 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 99.068 | 55.180 | 81.394 | 1.35 | 0.00 | 0.00 |
| 28 | 0.02 | 0.00 | 0.00 | 99.084 | 55.180 | 81.394 | 1.33 | 0.00 | 0.00 |
| 29 | 0.00 | 7.36 | 0.00 | 99.084 | 62.544 | 81.395 | 0.00 | 609.20 | 0.30 |
| 30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.085 | 62.544 | 81.395 | 0.09 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.085 | 62.544 | 81.395 | 0.01 | 0.00 | 0.00 |
| 32 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 99.223 | 62.544 | 81.395 | 11.63 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | 0.14 | 0.00 | 0.00 | 99.359 | 62.544 | 81.395 | 11.40 | 0.00 | 0.00 |
| 34 | 0.00 | 3.87 | 0.00 | 99.359 | 66.413 | 81.395 | 0.00 | 326.94 | 0.00 |
| 35 | 0.00 | 3.80 | 0.01 | 99.359 | 70.217 | 81.406 | 0.00 | 321.68 | 2.87 |
| 36 | 0.00 | 0.01 | 0.17 | 99.359 | 70.229 | 81.571 | 0.00 | 0.99 | 46.97 |
| 37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.359 | 70.229 | 81.571 | 0.04 | 0.00 | 0.00 |
| 38 | 0.55 | 0.00 | 0.00 | 99.908 | 70.229 | 81.571 | 47.04 | 0.00 | 0.00 |
| 39 | 0.00 | 0.03 | 0.57 | 99.908 | 70.263 | 82.138 | 0.00 | 2.94 | 163.05 |
| 40 | 0.00 | 0.03 | 13.87 | 99.908 | 70.296 | 96.010 | 0.00 | 2.82 | 4022.77 |
| | | | | | TOTAL SRSS | SHEAR | 3594.55 | 2348.27 | 15719.27 |
| | | | | | TOTAL 10PCT | SHEAR | 4567.16 | 3709.54 | 16860.19 |
| | | | | | TOTAL ABS | SHEAR | 4998.68 | 5732.70 | 21272.99 |
| | | | | | TOTAL CQC | SHEAR | 4485.28 | 4153.38 | 16500.91 |

```
       STATIC LOAD/REACTION/EQUILIBRIUM SUMMARY FOR CASE NO.     1
       CM


 ***TOTAL APPLIED LOAD ( KG   METE ) SUMMARY (LOADING    1 )
     SUMMATION FORCE-X =        0.00
     SUMMATION FORCE-Y =  -172195.45
     SUMMATION FORCE-Z =        0.00

    SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-
    MX=      684352.72  MY=           0.00  MZ=    -1033172.69


 ***TOTAL REACTION LOAD( KG   METE ) SUMMARY (LOADING     1 )
     SUMMATION FORCE-X =        0.00
     SUMMATION FORCE-Y =   172195.45
     SUMMATION FORCE-Z =        0.00

    SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-
    MX=     -684352.72  MY=           0.00  MZ=     1033172.69


 MAXIMUM DISPLACEMENTS (  CM  /RADIANS) (LOADING      1)
           MAXIMUMS    AT NODE
    X = -8.04967E-03      72
    Y = -5.05221E-01      50
    Z = -4.63761E-03      57
    RX=  3.31576E-05      37
    RY= -7.99415E-05       6
    RZ=  2.13519E-03      33


       STATIC LOAD/REACTION/EQUILIBRIUM SUMMARY FOR CASE NO.     2
       CV


 ***TOTAL APPLIED LOAD ( KG   METE ) SUMMARY (LOADING    2 )
     SUMMATION FORCE-X =        0.00
     SUMMATION FORCE-Y =   -67200.00
     SUMMATION FORCE-Z =        0.00

    SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-
    MX=      268799.99  MY=           0.00  MZ=     -403199.99


 ***TOTAL REACTION LOAD( KG   METE ) SUMMARY (LOADING     2 )
     SUMMATION FORCE-X =        0.00
     SUMMATION FORCE-Y =    67200.00
     SUMMATION FORCE-Z =        0.00

    SUMMATION OF MOMENTS AROUND THE ORIGIN-
    MX=     -268799.99  MY=           0.00  MZ=      403199.99
```

```
MAXIMUM DISPLACEMENTS (  CM  /RADIANS) (LOADING      2)
          MAXIMUMS    AT NODE
   X = -2.59373E-03      72
   Y = -2.51558E-01      50
   Z = -1.03285E-03      21
   RX=  4.60455E-06      83
   RY= -3.58035E-05       6
   RZ=  1.06633E-03      51


************ END OF DATA FROM INTERNAL STORAGE ************


168. PARAMETER 1
169. CODE LRFD
170. UNB 6 MEMB 1 TO 10 16 17 19 20 22 23 32 TO 41 47 48 50 51 53 54 63 TO 72 78 -
171. 79 81 82 84 85 94 TO 98 104 106 108 114 TO 118 124 126 128 134 TO 138 144 -
172. 146 148
173. UNT 6 MEMB 1 TO 10 16 17 19 20 22 23 32 TO 41 47 48 50 51 53 54 63 TO 72 78 -
174. 79 81 82 84 85 94 TO 98 104 106 108 114 TO 118 124 126 128 134 TO 138 144 -
175. 146 148
176. CHECK CODE ALL
```

**STAAD.Pro CODE CHECKING - (LRFD 3RD EDITION)**
*************************

**ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

| MEMBER | TABLE | RESULT/ FX | CRITICAL COND/ MY | RATIO/ MZ | LOADING/ LOCATION |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.490 | 8 |
| | | 1020.46 T | 80.45 | 7855.48 | 0.00 |
| 2 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.581 | 8 |
| | | 1366.35 T | 253.11 | 9003.57 | 0.00 |
| 3 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.774 | 8 |
| | | 2080.74 T | 131.53 | 15494.36 | 0.00 |
| 4 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.834 | 8 |
| | | 2742.78 T | 225.22 | 16509.19 | 0.00 |
| 5 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.293 | 12 |
| | | 1647.47 T | -438.72 | -3889.29 | 1.50 |
| 6 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.293 | 13 |
| | | 1630.99 T | -438.72 | -3889.31 | 0.00 |
| 7 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.581 | 9 |
| | | 1356.79 T | 254.36 | 9010.34 | 1.50 |
| 8 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.419 | 12 |
| | | 3188.43 T | -553.30 | -7337.16 | 1.50 |
| 9 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.419 | 13 |
| | | 3141.91 T | -553.30 | -7337.11 | 0.00 |
| 10 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.834 | 9 |
| | | 2727.55 T | 224.64 | 16502.81 | 1.50 |
| 11 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.112 | 7 |
| | | 2038.56 T | 0.00 | -1881.38 | 2.00 |
| 12 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.388 | 7 |
| | | 8.56 C | 0.00 | -3520.28 | 2.00 |
| 13 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.388 | 7 |
| | | 34.47 C | 0.00 | -3520.28 | 2.00 |
| 14 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.388 | 7 |
| | | 84.10 T | 0.00 | -3520.28 | 2.00 |
| 15 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.214 | 7 |
| | | 4019.79 T | 0.00 | -3591.38 | 2.00 |
| 16 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.292 | 12 |
| | | 1631.02 T | -438.29 | -3885.82 | 1.50 |
| 17 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.418 | 12 |

```
                3141.90 T      -552.76      -7330.82        1.50
  18  ST   W8X28                (AISC SECTIONS)
                     PASS     LRFD-H1-1B-T       0.388          7
                  84.10 T         0.00      -3520.28        2.00
```

**ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

```
MEMBER     TABLE       RESULT/   CRITICAL COND/     RATIO/     LOADING/
                          FX            MY             MZ       LOCATION
=======================================================================


    19  ST   W8X58                   (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-T       0.418        13
                   3191.51 T      -552.76      -7330.87        0.00
    20  ST   W8X48                   (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-T       0.292        13
                   1650.41 T      -438.29      -3885.80        0.00
    21  ST   W8X28                   (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-C       0.388         7
                     34.47 C         0.00      -3520.28        2.00
    22  ST   W8X48                   (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-T       0.490         9
                   1016.16 T        82.29       7852.10        1.50
    23  ST   W8X58                   (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-T       0.774         9
                   2073.96 T       131.60      15498.42        1.50
    24  ST   W8X28                   (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-C       0.388         7
                      8.56 C         0.00      -3520.28        2.00
    25  ST   W8X48                   (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-T       0.112         7
                   2038.56 T         0.00      -1881.38        2.00
    26  ST   W8X48                   (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-C       0.304         9
                  14293.96 C        50.77      -4701.10        0.00
    27  ST   W10X100                 (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-C       0.246         9
                  29693.51 C       -68.43      -9888.64        0.00
    28  ST   W8X48                   (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1A-C       0.400         9
                  36037.38 C        59.46       3848.15        2.50
    29  ST   W10X100                 (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-C       0.246         8
                  68265.30 C       -70.78       7419.43        0.00
    30  ST   W10X100                 (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-C       0.254         8
                  36043.35 C       -60.16       9888.30        0.00
    31  ST   W8X48                   (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-C       0.315         8
                  18075.84 C        53.68       4698.40        0.00
    32  ST   W8X48                   (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-C       0.423         8
                    342.14 C       120.36       6706.81        0.00
    33  ST   W8X48                   (AISC SECTIONS)
                         PASS     LRFD-H1-1B-C       0.509        12
                    340.75 C       900.87       6593.48        0.00
```

**ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

| MEMBER | TABLE | RESULT/ FX | CRITICAL COND/ MY | RATIO/ MZ | LOADING/ LOCATION |
|---|---|---|---|---|---|
| 34 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.696 | 8 |
| | | 657.90 C | 144.50 | 13933.89 | 0.00 |
| 35 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.748 | 8 |
| | | 518.68 C | 316.12 | 14648.20 | 0.00 |
| 36 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.299 | 12 |
| | | 161.73 T | -569.86 | -3803.57 | 1.50 |
| 37 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.299 | 13 |
| | | 164.90 T | -569.86 | -3803.58 | 0.00 |
| 38 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.509 | 13 |
| | | 341.81 C | 901.03 | 6592.62 | 1.50 |
| 39 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.426 | 12 |
| | | 304.73 T | -711.20 | -7275.25 | 1.50 |
| 40 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.426 | 13 |
| | | 294.62 T | -711.20 | -7275.22 | 0.00 |
| 41 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.748 | 9 |
| | | 513.34 C | 316.68 | 14653.55 | 1.50 |
| 42 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.109 | 7 |
| | | 908.62 T | 0.00 | -1881.38 | 2.00 |
| 43 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.388 | 7 |
| | | 14.48 T | 0.00 | -3520.28 | 2.00 |
| 44 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.388 | 7 |
| | | 19.61 C | 0.00 | -3520.28 | 2.00 |
| 45 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.388 | 7 |
| | | 39.03 T | 0.00 | -3520.28 | 2.00 |
| 46 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.209 | 7 |
| | | 1822.47 T | 0.00 | -3591.38 | 2.00 |
| 47 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.299 | 12 |
| | | 162.84 T | -568.97 | -3805.52 | 1.50 |
| 48 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.425 | 12 |
| | | 295.87 T | -710.06 | -7275.55 | 1.50 |

**ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

```
MEMBER     TABLE        RESULT/   CRITICAL COND/      RATIO/     LOADING/
                          FX            MY              MZ       LOCATION
=======================================================================


    49  ST   W8X28                      (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-T       0.388         7
                       39.03 T          0.00       -3520.28        2.00
    50  ST   W8X58                      (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-T       0.425        13
                      300.94 T       -710.06       -7275.59        0.00
    51  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-T       0.299        13
                      158.75 T       -568.97       -3805.51        0.00
    52  ST   W8X28                      (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.388         7
                       19.61 C          0.00       -3520.28        2.00
    53  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.424         9
                      328.61 C        122.23        6712.00        1.50
    54  ST   W8X58                      (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.697         9
                      651.28 C        145.79       13939.87        1.50
    55  ST   W8X28                      (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-T       0.388         7
                       14.48 T          0.00       -3520.28        2.00
    56  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-T       0.109         7
                      908.62 T          0.00       -1881.38        2.00
    57  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.254         9
                     9289.94 C         42.98       -4062.08        0.00
    58  ST   W10X100                    (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.218         9
                    18796.90 C        -53.91       -9260.88        0.00
    59  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.197         9
                    21956.87 C         50.56        2340.63        2.50
    60  ST   W10X100                    (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.167         8
                    41901.66 C        -16.03        5402.67        0.00
    61  ST   W10X100                    (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.221         8
                    21959.93 C        -35.76        9260.42        0.00
    62  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.259         8
                    10929.43 C         48.50        4064.90        0.00
    63  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.235         8
                     2334.78 C        125.00        3514.61        0.00
```

```
ALL UNITS ARE - KG   METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER     TABLE        RESULT/   CRITICAL COND/     RATIO/     LOADING/
                          FX            MY             MZ       LOCATION
=======================================================================


    64  ST   W8X48                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.316        12
                    2256.25 C       400.70        4310.76        0.00
    65  ST   W8X58                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.413         8
                    5039.99 C         5.58        8209.46        0.00
    66  ST   W8X58                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.479         8
                    5371.67 C       147.75        9274.36        0.00
    67  ST   W8X48                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.193        12
                    2083.70 C      -268.58       -2556.04        1.50
    68  ST   W8X48                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.193        13
                    2078.20 C      -268.58       -2556.05        0.00
    69  ST   W8X48                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.316        13
                    2252.30 C       400.28        4307.76        1.50
    70  ST   W8X58                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.273        12
                    4612.53 C      -341.46       -4696.17        1.50
    71  ST   W8X58                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.273        13
                    4575.96 C      -341.46       -4696.14        0.00
    72  ST   W8X58                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.479         9
                    5374.40 C       148.34        9270.28        1.50
    73  ST   W8X48                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-T       0.065         7
                     141.20 T         0.00       -1131.38        2.00
    74  ST   W8X28                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-T       0.223         7
                      79.64 T         0.00       -2020.28        2.00
    75  ST   W8X28                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.223         7
                      20.89 C         0.00       -2020.28        2.00
    76  ST   W8X28                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-T       0.222         7
                      12.67 T         0.00       -2020.28        2.00
    77  ST   W8X48                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-T       0.120         7
                     444.04 T         0.00       -2091.38        2.00
    78  ST   W8X48                     (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.193        12
                    2077.18 C      -268.91       -2553.20        1.50
```

**ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

| MEMBER | TABLE | RESULT/<br>FX | CRITICAL COND/<br>MY | RATIO/<br>MZ | LOADING/<br>LOCATION |
|---|---|---|---|---|---|
| 79 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.273 | 12 |
| | | 4575.53 C | -341.87 | -4700.14 | 1.50 |
| 80 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.222 | 7 |
| | | 12.67 T | 0.00 | -2020.28 | 2.00 |
| 81 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.273 | 13 |
| | | 4608.81 C | -341.87 | -4700.16 | 0.00 |
| 82 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.193 | 13 |
| | | 2087.29 C | -268.91 | -2553.19 | 0.00 |
| 83 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.223 | 7 |
| | | 20.89 C | 0.00 | -2020.28 | 2.00 |
| 84 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.234 | 9 |
| | | 2325.80 C | 124.92 | 3509.44 | 1.50 |
| 85 ST | W8X58 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.413 | 9 |
| | | 5050.30 C | 6.52 | 8214.99 | 1.50 |
| 86 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.223 | 7 |
| | | 79.64 T | 0.00 | -2020.28 | 2.00 |
| 87 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.065 | 7 |
| | | 141.20 T | 0.00 | -1131.38 | 2.00 |
| 88 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.206 | 9 |
| | | 3544.74 C | 47.36 | -3478.27 | 0.00 |
| 89 ST | W10X100 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.179 | 9 |
| | | 7069.95 C | -49.15 | -8135.64 | 0.00 |
| 90 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.095 | 9 |
| | | 8426.21 C | 47.57 | 1195.76 | 2.50 |
| 91 ST | W10X100 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.093 | 8 |
| | | 16067.25 C | -47.85 | 3362.34 | 0.00 |
| 92 ST | W10X100 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.181 | 8 |
| | | 8243.07 C | -48.80 | 8140.30 | 0.00 |
| 93 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.207 | 8 |
| | | 4016.89 C | 47.72 | 3474.82 | 0.00 |

**ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

| **MEMBER** | **TABLE** | **RESULT/ FX** | **CRITICAL COND/ MY** | **RATIO/ MZ** | **LOADING/ LOCATION** |
|---|---|---|---|---|---|
| 94 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.481 | 8 |
| | | 1006.64 T | 0.67 | 7871.97 | 0.00 |
| 95 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.574 | 8 |
| | | 1383.04 T | 177.52 | 9033.32 | 0.00 |
| 96 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.295 | 12 |
| | | 1588.98 T | -460.72 | -3893.34 | 1.50 |
| 97 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.295 | 13 |
| | | 1555.85 T | -460.72 | -3893.37 | 0.00 |
| 98 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.574 | 9 |
| | | 1374.63 T | 177.52 | 9037.57 | 1.50 |
| 99 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.107 | 7 |
| | | 8.53 C | 0.00 | -1881.38 | 2.00 |
| 100 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.388 | 7 |
| | | 10.18 T | 0.00 | -3520.28 | 2.00 |
| 101 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.388 | 7 |
| | | 16.67 C | 0.00 | -3520.28 | 2.00 |
| 102 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.388 | 7 |
| | | 35.02 T | 0.00 | -3520.28 | 2.00 |
| 103 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.205 | 7 |
| | | 57.85 C | 0.00 | -3591.38 | 2.00 |
| 104 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.295 | 12 |
| | | 1555.83 T | -460.31 | -3890.28 | 1.50 |
| 105 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.388 | 7 |
| | | 35.02 T | 0.00 | -3520.28 | 2.00 |
| 106 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.295 | 13 |
| | | 1591.18 T | -460.31 | -3890.26 | 0.00 |
| 107 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.388 | 7 |
| | | 16.67 C | 0.00 | -3520.28 | 2.00 |
| 108 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.481 | 9 |
| | | 1003.73 T | 0.67 | 7870.30 | 1.50 |

**ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

```
MEMBER     TABLE        RESULT/   CRITICAL COND/     RATIO/     LOADING/
                            FX            MY             MZ      LOCATION
=======================================================================



   109  ST   W8X28                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-T       0.388        7
                         10.18 T          0.00      -3520.28       2.00
   110  ST   W8X48                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-C       0.107        7
                          8.53 C          0.00      -1881.38       2.00
   111  ST   W8X48                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-C       0.307        9
                      14890.27 C         -5.51      -4828.09       0.00
   112  ST   W8X48                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1A-C       0.396        8
                      35266.96 C         -5.27       3976.59       0.00
   113  ST   W8X48                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-C       0.316        8
                      18230.29 C         -2.89       4826.20       0.00
   114  ST   W8X48                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-C       0.407        8
                        361.08 C          1.46       6682.03       0.00
   115  ST   W8X48                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-C       0.500       12
                        203.76 C        833.64       6591.74       0.00
   116  ST   W8X48                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-C       0.302       12
                         18.92 C       -592.08      -3805.01       1.50
   117  ST   W8X48                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-C       0.302       13
                         10.89 C       -592.08      -3805.03       0.00
   118  ST   W8X48                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-C       0.500       13
                        202.99 C        833.64       6590.84       1.50
   119  ST   W8X48                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-T       0.107        7
                          2.31 T          0.00      -1881.38       2.00
   120  ST   W8X28                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-T       0.388        7
                          2.10 T          0.00      -3520.28       2.00
   121  ST   W8X28                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-C       0.388        7
                          6.81 C          0.00      -3520.28       2.00
   122  ST   W8X28                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-T       0.388        7
                         15.82 T          0.00      -3520.28       2.00
   123  ST   W8X48                       (AISC SECTIONS)
                             PASS    LRFD-H1-1B-C       0.205        7
                         14.98 C          0.00      -3591.38       2.00
```

**ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

```
MEMBER     TABLE       RESULT/   CRITICAL COND/     RATIO/     LOADING/
                         FX            MY             MZ       LOCATION
=======================================================================


   124  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.302        12
                      15.29 C       -591.21      -3807.39        1.50
   125  ST   W8X28                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-T       0.388         7
                      15.82 T          0.00      -3520.28        2.00
   126  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.302        13
                      30.67 C       -591.21      -3807.37        0.00
   127  ST   W8X28                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.388         7
                       6.81 C          0.00      -3520.28        2.00
   128  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.408         9
                     347.50 C          1.45       6686.92        1.50
   129  ST   W8X28                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-T       0.388         7
                       2.10 T          0.00      -3520.28        2.00
   130  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-T       0.107         7
                       2.31 T          0.00      -1881.38        2.00
   131  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.254         9
                    9530.23 C         -1.65      -4138.90        0.00
   132  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.194         8
                   21792.05 C         10.03       2387.38        0.00
   133  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.258         8
                   10968.83 C          3.87       4141.90        0.00
   134  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.220         8
                    2346.11 C          0.82       3509.01        0.00
   135  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.312        12
                    2245.93 C        373.94       4297.97        0.00
   136  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.193        12
                    2093.69 C       -279.24      -2538.93        1.50
   137  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.193        13
                    2087.48 C       -279.24      -2538.94        0.00
   138  ST   W8X48                      (AISC SECTIONS)
                          PASS    LRFD-H1-1B-C       0.312        13
                    2242.27 C        373.94       4293.91        1.50
```

**ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

| **MEMBER** | **TABLE** | **RESULT/ FX** | **CRITICAL COND/ MY** | **RATIO/ MZ** | **LOADING/ LOCATION** |
|---|---|---|---|---|---|
| 139 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.064 | 7 |
| | | 1.47 C | 0.00 | -1131.38 | 2.00 |
| 140 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.222 | 7 |
| | | 0.65 T | 0.00 | -2020.28 | 2.00 |
| 141 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.222 | 7 |
| | | 0.37 C | 0.00 | -2020.28 | 2.00 |
| 142 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.222 | 7 |
| | | 3.05 T | 0.00 | -2020.28 | 2.00 |
| 143 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.119 | 7 |
| | | 5.68 C | 0.00 | -2091.38 | 2.00 |
| 144 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.193 | 12 |
| | | 2086.43 C | -279.57 | -2535.91 | 1.50 |
| 145 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.222 | 7 |
| | | 3.05 T | 0.00 | -2020.28 | 2.00 |
| 146 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.193 | 13 |
| | | 2097.54 C | -279.57 | -2535.89 | 0.00 |
| 147 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.222 | 7 |
| | | 0.37 C | 0.00 | -2020.28 | 2.00 |
| 148 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.219 | 9 |
| | | 2338.26 C | 0.81 | 3504.09 | 1.50 |
| 149 ST | W8X28 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-T | 0.222 | 7 |
| | | 0.65 T | 0.00 | -2020.28 | 2.00 |
| 150 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.064 | 7 |
| | | 1.47 C | 0.00 | -1131.38 | 2.00 |
| 151 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.202 | 9 |
| | | 3622.37 C | -0.03 | -3507.96 | 0.00 |
| 152 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.090 | 8 |
| | | 8547.70 C | 0.06 | 1189.86 | 0.00 |
| 153 ST | W8X48 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.203 | 8 |
| | | 4071.56 C | 0.01 | 3503.04 | 0.00 |

```
ALL UNITS ARE - KG   METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)

MEMBER     TABLE        RESULT/   CRITICAL COND/     RATIO/     LOADING/
                          FX            MY             MZ       LOCATION
=======================================================================



   154  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1A-C       0.366        13
                     3543.88 C        62.78          49.78        4.72
   155  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.323        13
                     2013.79 C       318.92          47.77        4.72
   156  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.274        12
                      869.91 C       297.98          49.34        0.00
   157  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.272        13
                      789.49 C       292.56          50.82        4.72
   158  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.329        12
                     2118.10 C       318.35          49.22        0.00
   159  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1A-C       0.350        13
                     3442.57 C        25.75          54.28        4.72
   160  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1A-C       0.737        12
                     8861.40 C         0.37          59.75        0.00
   161  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1A-C       0.465        12
                     5069.72 C         9.68          57.39        0.00
   162  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.185        12
                     2030.35 C        30.32          51.18        0.00
   163  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.175        13
                     1787.29 C        22.08          52.82        4.72
   164  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1A-C       0.493        13
                     5423.96 C        23.05          55.83        4.72
   165  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1A-C       0.702        13
                     8344.74 C         1.98          60.91        4.72
   166  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1A-C       0.409        13
                     3545.34 C       158.11          49.79        4.72
   167  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.325        12
                     2093.08 C       297.76          52.78        0.00
   168  T    W8X35                     (AISC SECTIONS)
                           PASS     LRFD-H1-1B-C       0.252        13
                      793.06 C       258.80          49.56        4.72
```

**ALL UNITS ARE - KG METE (UNLESS OTHERWISE NOTED)**

| MEMBER | TABLE | RESULT/ FX | CRITICAL COND/ MY | RATIO/ MZ | LOADING/ LOCATION |
|---|---|---|---|---|---|
| 169 T | W8X35 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.248 | 12 |
| | | 712.16 C | 260.60 | 48.19 | 0.00 |
| 170 T | W8X35 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1B-C | 0.333 | 13 |
| | | 2198.00 C | 312.64 | 51.36 | 4.72 |
| 171 T | W8X35 | | (AISC SECTIONS) | | |
| | | PASS | LRFD-H1-1A-C | 0.406 | 12 |
| | | 3365.32 C | 186.24 | 48.15 | 0.00 |

************** END OF TABULATED RESULT OF DESIGN **************

177. PRINT MAXFORCE ENVELOPE LIST 1 TO 171

MEMBER FORCE ENVELOPE
---------------------

ALL UNITS ARE KG METE

MAX AND MIN FORCE VALUES AMONGST ALL SECTION LOCATIONS

| MEMB | | FY/ FZ | DIST | LD | MZ/ MY | DIST | LD | FX | | DIST | LD |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | MAX | 5438.33 | 0.00 | 8 | 7855.48 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 439.86 | 0.00 | 12 | 356.02 | 1.50 | 19 | 457.51 | C | 0.00 | 3 |
| | MIN | 313.72 | 1.38 | 5 | -3347.81 | 1.50 | 8 | | | | |
| | | -419.69 | 1.50 | 18 | -361.89 | 1.50 | 12 | 1935.48 | T | 1.50 | 8 |
| 2 | MAX | 5920.17 | 0.00 | 8 | 9003.57 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 486.56 | 0.00 | 5 | 730.74 | 0.00 | 12 | 143.94 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | 317.92 | 1.38 | 5 | -2345.09 | 1.50 | 8 | | | | |
| | | -536.49 | 1.50 | 12 | -657.99 | 0.00 | 19 | 1750.57 | T | 1.50 | 7 |
| 3 | MAX | 10638.76 | 0.00 | 7 | 15494.36 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 484.05 | 0.00 | 5 | 433.53 | 1.50 | 13 | 866.34 | C | 0.00 | 3 |
| | MIN | 534.91 | 1.38 | 5 | -5297.30 | 1.50 | 8 | | | | |
| | | -502.13 | 1.50 | 12 | -432.30 | 1.50 | 25 | 3813.42 | T | 1.50 | 8 |
| 4 | MAX | 11106.45 | 0.00 | 7 | 16509.19 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 624.49 | 0.00 | 12 | [illegible] | 0.00 | 5 | [illegible] | C | 0.00 | 4 |
| | MIN | 540.60 | 1.38 | [illegible] | [illegible] | 1.50 | 8 | | | | |
| | | -577.97 | 1.50 | 18 | -866.95 | 0.00 | 13 | 3495.98 | T | 1.50 | 7 |
| 5 | MAX | 2332.59 | 0.00 | 8 | 1577.41 | 0.00 | 3 | | | | |
| | | 73.67 | 0.00 | 12 | 452.09 | 1.50 | 13 | 322.05 | C | 0.00 | 3 |
| | MIN | -298.23 | 1.50 | 14 | -4399.12 | 1.50 | 7 | | | | |
| | | -62.75 | 1.50 | 18 | -441.57 | 1.50 | 18 | 1800.02 | T | 1.50 | 8 |
| 6 | MAX | 958.96 | 0.00 | 3 | 1192.61 | 1.38 | 3 | | | | |
| | | 269.30 | 0.00 | 5 | 452.09 | 0.00 | 12 | 197.03 | C | 0.00 | 3 |
| | MIN | -2815.06 | 1.50 | 8 | -4399.15 | 0.00 | 7 | | | | |
| | | -292.76 | 1.50 | 12 | -441.57 | 0.00 | 19 | 1750.57 | T | 1.50 | 7 |
| 7 | MAX | 963.55 | 0.00 | 3 | 9010.34 | 1.50 | 9 | | | | |
| | | 536.45 | 0.00 | 12 | 731.03 | 1.50 | 13 | 147.35 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -5928.46 | 1.50 | 8 | -2340.50 | 0.00 | 9 | | | | |
| | | -458.18 | 1.50 | 18 | -658.28 | 1.50 | 18 | 1750.57 | T | 1.50 | 7 |
| 8 | MAX | 4534.32 | 0.00 | 8 | 2497.57 | 0.00 | 3 | | | | |
| | | 88.80 | 0.00 | 5 | 548.20 | 1.50 | 19 | 597.61 | C | 0.00 | 3 |
| | MIN | -141.71 | 1.50 | 14 | -8342.69 | 1.50 | 7 | | | | |
| | | -91.39 | 1.50 | 12 | -553.30 | 1.50 | 12 | 3544.69 | T | 1.50 | 8 |
| 9 | MAX | 1603.25 | 0.00 | 3 | 2121.05 | 1.38 | 3 | | | | |
| | | 347.83 | 0.00 | 12 | 550.10 | 0.00 | 5 | 350.41 | C | 0.00 | 3 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | -4938.10 | 1.50 | 8 | -8342.62 | 0.00 | 7 | | | | |
| | | -327.15 | 1.50 | 18 | -553.30 | 0.00 | 13 | 3495.98 | T | 1.50 | 7 |
| 10 | MAX | 1586.51 | 0.00 | 3 | 16502.81 | 1.50 | 9 | | | | |
| | | 594.26 | 0.00 | 5 | 822.94 | 1.50 | 19 | 237.83 | C | 0.00 | 4 |
| | MIN | -11106.45 | 1.50 | 7 | -4492.78 | 0.00 | 9 | | | | |
| | | -623.96 | 1.50 | 12 | -866.79 | 1.50 | 12 | 3495.98 | T | 1.50 | 7 |
| 11 | MAX | 1881.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 119.60 | C | 0.00 | 3 |
| | MIN | -1881.38 | 4.00 | 7 | -1881.38 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 2038.56 | T | 4.00 | 7 |
| 12 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 159.75 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 150.49 | T | 4.00 | 18 |
| 13 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 71.96 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 24.26 | T | 4.00 | 18 |
| 14 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 56.32 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 129.71 | T | 4.00 | 12 |
| 15 | MAX | 3591.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 297.62 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3591.38 | 4.00 | 7 | -3591.38 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 4019.79 | T | 4.00 | 7 |
| 16 | MAX | 2816.96 | 0.00 | 8 | 1286.97 | 0.00 | 3 | | | | |
| | | 292.08 | 0.00 | 12 | 451.66 | 1.50 | 13 | 196.63 | C | 0.00 | 3 |
| | MIN | -53.76 | 1.50 | 14 | -4399.15 | 1.50 | 7 | | | | |
| | | -255.31 | 1.50 | 18 | -441.14 | 1.50 | 18 | 1750.57 | T | 1.50 | 7 |
| 17 | MAX | 4932.93 | 0.00 | 8 | 2281.93 | 0.00 | 3 | | | | |
| | | 333.79 | 0.00 | 5 | 547.66 | 1.50 | 19 | 350.04 | C | 0.00 | 3 |
| | MIN | 67.19 | 1.50 | 14 | -8342.62 | 1.50 | 7 | | | | |
| | | -346.94 | 1.50 | 12 | -552.76 | 1.50 | 12 | 3495.98 | T | 1.50 | 7 |
| 18 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 56.06 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 129.45 | T | 4.00 | 12 |
| 19 | MAX | 1591.23 | 0.00 | 3 | 2304.05 | 1.37 | 3 | | | | |
| | | 90.09 | 0.00 | 12 | 549.56 | 0.00 | 5 | 602.49 | C | 0.00 | 3 |
| | MIN | -4528.71 | 1.50 | 8 | -8342.69 | 0.00 | 7 | | | | |
| | | -85.81 | 1.50 | 18 | -552.76 | 0.00 | 13 | 3549.58 | T | 1.50 | 8 |
| 20 | MAX | 955.23 | 0.00 | 3 | 1466.79 | 1.37 | 3 | | | | |
| | | 65.76 | 0.00 | 5 | 451.66 | 0.00 | 12 | 325.00 | C | 0.00 | 3 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MIN | -2336.48 | 1.50 | 8 | -4399.12 | 0.00 | 7 | | | | |
| | -72.56 | 1.50 | 12 | -441.14 | 0.00 | 19 | 1802.97 | T | 1.50 | 8 |
| 21 MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 71.59 | C | 0.00 | 12 |
| MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 23.89 | T | 4.00 | 18 |
| 22 MAX | 941.38 | 0.00 | 3 | 7852.10 | 1.50 | 9 | | | | |
| | 427.23 | 0.00 | 5 | 358.83 | 0.00 | 5 | 461.81 | C | 0.00 | 3 |
| MIN | -5431.44 | 1.50 | 8 | -3352.62 | 0.00 | 9 | | | | |
| | -440.69 | 1.50 | 12 | -362.35 | 0.00 | 13 | 1939.78 | T | 1.50 | 8 |
| 23 MAX | 1576.36 | 0.00 | 3 | 15498.42 | 1.50 | 9 | | | | |
| | 502.48 | 0.00 | 12 | 433.92 | 0.00 | 12 | 873.12 | C | 0.00 | 3 |
| MIN | -10638.76 | 1.50 | 7 | -5290.22 | 0.00 | 9 | | | | |
| | -475.18 | 1.50 | 18 | -432.69 | 0.00 | 26 | 3820.21 | T | 1.50 | 8 |
| 24 MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 160.37 | C | 0.00 | 12 |
| MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 151.12 | T | 4.00 | 18 |
| 25 MAX | 1881.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 121.88 | C | 0.00 | 3 |
| MIN | -1881.38 | 4.00 | 7 | -1881.38 | 2.00 | 7 | | | | |
| | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 2038.56 | T | 4.00 | 7 |
| 26 MAX | 1136.26 | 0.00 | 3 | 2839.84 | 0.00 | 3 | | | | |
| | 2.79 | 0.00 | 5 | 59.61 | 0.00 | 6 | 19579.26 | C | 2.50 | 13 |
| MIN | -1880.93 | 2.50 | 8 | -4701.10 | 0.00 | 9 | | | | |
| | -47.10 | 2.50 | 6 | -58.15 | 2.50 | 6 | 1054.10 | C | 0.00 | 4 |
| 27 MAX | 2204.41 | 0.00 | 3 | 5513.19 | 0.00 | 3 | | | | |
| | 52.35 | 0.00 | 6 | 59.86 | 2.50 | 6 | 38162.70 | C | 2.50 | 7 |
| MIN | -3954.35 | 2.50 | 8 | -9888.64 | 0.00 | 9 | | | | |
| | 1.40 | 2.29 | 4 | -76.96 | 0.00 | 13 | 1581.58 | C | 0.00 | 4 |
| 28 MAX | 1539.70 | 0.00 | 3 | 3848.15 | 2.50 | 9 | | | | |
| | 51.18 | 0.00 | 12 | 68.77 | 2.50 | 13 | 42033.51 | C | 0.00 | 12 |
| MIN | -1539.70 | 2.50 | 21 | -3848.15 | 2.50 | 21 | | | | |
| | 1.30 | 2.50 | 5 | -60.21 | 0.00 | 6 | 2340.25 | C | 0.00 | 4 |
| 29 MAX | 2966.64 | 0.00 | 3 | 7419.43 | 0.00 | 3 | | | | |
| | 70.36 | 0.00 | 12 | 61.98 | 2.50 | 6 | 75931.10 | C | 2.50 | 7 |
| MIN | -2966.64 | 2.50 | 21 | -7419.43 | 0.00 | 22 | | | | |
| | 3.58 | 2.50 | 5 | -116.82 | 0.00 | 13 | 2777.54 | C | 0.00 | 3 |
| 30 MAX | 3954.20 | 0.00 | 8 | 9888.30 | 0.00 | 8 | | | | |
| | 52.35 | 0.00 | 6 | 59.86 | 2.50 | 6 | 38162.70 | C | 2.50 | 7 |
| MIN | -1275.66 | 2.50 | 14 | -3191.06 | 0.00 | 15 | | | | |
| | 1.41 | 2.29 | 4 | -76.97 | 0.00 | 13 | 1586.09 | C | 0.00 | 4 |
| 31 MAX | 1879.85 | 0.00 | 8 | 4698.40 | 0.00 | 8 | | | | |
| | 2.80 | 0.00 | 5 | 59.61 | 0.00 | 6 | 19586.59 | C | 2.50 | 13 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | -735.80 | 2.50 | 14 | -1838.92 | 0.00 | 15 | | | |
| | | -47.10 | 2.50 | 6 | -58.15 | 2.50 | 6 | 1059.43 C | 0.00 | 4 |
| 32 | MAX | 5348.30 | 0.00 | 7 | 6706.81 | 0.00 | 8 | | | |
| | | 553.06 | 0.00 | 5 | 445.69 | 1.50 | 19 | 365.09 C | 0.00 | 21 |
| | MIN | 195.68 | 1.38 | 5 | -2367.21 | 1.50 | 8 | | | |
| | | -557.96 | 1.50 | 12 | -454.30 | 1.50 | 12 | 364.50 T | 1.50 | 14 |
| 33 | MAX | 5726.68 | 0.00 | 7 | 7583.90 | 0.00 | 8 | | | |
| | | 637.39 | 0.00 | 5 | 900.87 | 0.00 | 12 | 440.49 C | 0.00 | 21 |
| | MIN | 205.44 | 1.38 | 5 | -1813.00 | 1.50 | 8 | | | |
| | | -661.31 | 1.50 | 12 | -863.51 | 0.00 | 19 | 439.90 T | 1.50 | 14 |
| 34 | MAX | 10716.29 | 0.00 | 7 | 13933.89 | 0.00 | 8 | | | |
| | | 634.27 | 0.00 | 12 | 544.06 | 1.50 | 13 | 732.95 C | 0.00 | 21 |
| | MIN | 391.39 | 1.38 | 5 | -4166.93 | 1.50 | 8 | | | |
| | | -627.27 | 1.50 | 18 | -539.73 | 1.50 | 18 | 1016.49 T | 1.50 | 14 |
| 35 | MAX | 11028.92 | 0.00 | 7 | 14648.20 | 0.00 | 8 | | | |
| | | 787.44 | 0.00 | 12 | 1071.01 | 0.00 | 5 | 593.73 C | 0.00 | 21 |
| | MIN | 397.51 | 1.38 | 5 | -3712.70 | 1.50 | 8 | | | |
| | | -766.44 | 1.50 | 18 | -1081.80 | 0.00 | 13 | 877.27 T | 1.50 | 14 |
| 36 | MAX | 1961.47 | 0.00 | 8 | 788.20 | 0.00 | 3 | | | |
| | | 110.77 | 0.00 | 12 | 577.33 | 1.50 | 13 | 346.53 C | 0.00 | 25 |
| | MIN | 160.32 | 1.38 | 5 | -4321.71 | 1.50 | 7 | | | |
| | | -101.10 | 1.50 | 18 | -571.42 | 1.50 | 18 | 345.94 T | 1.50 | 18 |
| 37 | MAX | 503.16 | 0.00 | 3 | 659.06 | 1.38 | 3 | | | |
| | | 336.60 | 0.00 | 5 | 577.33 | 0.00 | 12 | 349.70 C | 0.00 | 25 |
| | MIN | -2278.65 | 1.50 | 8 | -4321.73 | 0.00 | 7 | | | |
| | | -347.41 | 1.50 | 12 | -571.42 | 0.00 | 19 | 349.11 T | 1.50 | 18 |
| 38 | MAX | 511.21 | 0.00 | 3 | 7579.97 | 1.50 | 9 | | | |
| | | 661.01 | 0.00 | 12 | 901.03 | 1.50 | 13 | 439.86 C | 0.00 | 21 |
| | MIN | -5726.68 | 1.50 | 7 | -1815.95 | 0.00 | 9 | | | |
| | | -622.83 | 1.50 | 18 | -863.67 | 1.50 | 18 | 439.26 T | 1.50 | 14 |
| 39 | MAX | 4007.93 | 0.00 | 8 | 1530.71 | 0.00 | 3 | | | |
| | | 136.71 | 0.00 | 5 | 707.70 | 1.50 | 19 | 429.41 C | 0.00 | 2 |
| | MIN | 320.13 | 1.38 | 5 | -8279.06 | 1.50 | 7 | | | |
| | | -140.25 | 1.50 | 12 | -711.20 | 1.50 | 12 | 648.11 T | 1.50 | 14 |
| 40 | MAX | 1007.40 | 0.00 | 3 | 1359.68 | 1.38 | 3 | | | |
| | | 427.78 | 0.00 | 12 | 708.90 | 0.00 | 5 | 429.41 C | 0.00 | 2 |
| | MIN | -4272.00 | 1.50 | 8 | -8279.01 | 0.00 | 7 | | | |
| | | -415.98 | 1.50 | 18 | -711.20 | 0.00 | 13 | 632.36 T | 1.50 | 16 |
| 41 | MAX | 1013.14 | 0.00 | 3 | 14653.55 | 1.50 | 9 | | | |
| | | 773.78 | 0.00 | 5 | 1064.54 | 1.50 | 19 | 588.39 C | 0.00 | 21 |
| | MIN | -11028.92 | 1.50 | 7 | -3712.44 | 0.00 | 9 | | | |
| | | -786.91 | 1.50 | 12 | -1081.84 | 1.50 | 12 | 871.93 T | 1.50 | 14 |
| 42 | MAX | 1881.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 152.56 C | 0.00 | 5 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | -1881.38 | 4.00 | 7 | -1881.38 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 966.60 | T | 4.00 | 12 |
| 43 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 199.77 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 211.00 | T | 4.00 | 12 |
| 44 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 71.00 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 44.10 | T | 4.00 | 18 |
| 45 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 81.48 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 116.21 | T | 4.00 | 12 |
| 46 | MAX | 3591.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 573.75 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3591.38 | 4.00 | 7 | -3591.38 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 2198.94 | T | 4.00 | 12 |
| 47 | MAX | 2276.67 | 0.00 | 8 | 704.42 | 0.00 | 3 | | | | |
| | | 346.14 | 0.00 | 12 | 576.43 | 1.50 | 13 | 347.64 | C | 0.00 | 25 |
| | MIN | 163.23 | 1.37 | 5 | -4321.73 | 1.50 | 7 | | | | |
| | | -328.92 | 1.50 | 18 | -570.53 | 1.50 | 18 | 347.05 | T | 1.50 | 18 |
| 48 | MAX | 4268.55 | 0.00 | 8 | 1461.78 | 0.00 | 3 | | | | |
| | | 418.68 | 0.00 | 5 | 706.57 | 1.50 | 19 | 429.41 | C | 0.00 | 2 |
| | MIN | 325.21 | 1.37 | 5 | -8279.01 | 1.50 | 7 | | | | |
| | | -426.15 | 1.50 | 12 | -710.06 | 1.50 | 12 | 632.55 | T | 1.50 | 16 |
| 49 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 81.51 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 116.24 | T | 4.00 | 12 |
| 50 | MAX | 1002.85 | 0.00 | 3 | 1421.61 | 1.37 | 3 | | | | |
| | | 137.90 | 0.00 | 12 | 707.77 | 0.00 | 5 | 429.41 | C | 0.00 | 2 |
| | MIN | -4010.58 | 1.50 | 8 | -8279.06 | 0.00 | 7 | | | | |
| | | -132.69 | 1.50 | 18 | -710.06 | 0.00 | 13 | 640.92 | T | 1.50 | 14 |
| 51 | MAX | 497.68 | 0.00 | 3 | 729.93 | 1.37 | 3 | | | | |
| | | 102.38 | 0.00 | 5 | 576.43 | 0.00 | 12 | 343.55 | C | 0.00 | 25 |
| | MIN | -1959.55 | 1.50 | 8 | -4321.71 | 0.00 | 7 | | | | |
| | | -108.71 | 1.50 | 12 | -570.53 | 0.00 | 19 | 342.96 | T | 1.50 | 18 |
| 52 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 70.29 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 43.39 | T | 4.00 | 18 |
| 53 | MAX | 511.75 | 0.00 | 3 | 6712.00 | 1.50 | 9 | | | | |
| | | 558.83 | 0.00 | 12 | 449.09 | 0.00 | 5 | 352.06 | C | 0.00 | 25 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | -5348.30 | 1.50 | 7 | -2363.06 | 0.00 | 9 | | | | |
| | | -552.89 | 1.50 | 18 | -454.86 | 0.00 | 13 | 351.47 | T | 1.50 | 18 |
| 54 | MAX | 1008.04 | 0.00 | 3 | 13939.87 | 1.50 | 9 | | | | |
| | | 629.50 | 0.00 | 5 | 544.76 | 0.00 | 12 | 726.33 | C | 0.00 | 21 |
| | MIN | -10716.29 | 1.50 | 7 | -4165.28 | 0.00 | 9 | | | | |
| | | -635.19 | 1.50 | 12 | -540.43 | 0.00 | 19 | 1009.87 | T | 1.50 | 14 |
| 55 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 200.28 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 211.52 | T | 4.00 | 12 |
| 56 | MAX | 1881.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 152.78 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -1881.38 | 4.00 | 7 | -1881.38 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 966.82 | T | 4.00 | 12 |
| 57 | MAX | 638.52 | 0.00 | 3 | 3431.03 | 2.50 | 7 | | | | |
| | | 4.05 | 0.00 | 5 | 54.95 | 0.00 | 12 | 11663.80 | C | 2.50 | 7 |
| | MIN | -2838.83 | 2.50 | 8 | -4062.08 | 0.00 | 9 | | | | |
| | | -42.44 | 2.50 | 6 | -51.99 | 2.50 | 6 | 529.30 | C | 0.00 | 4 |
| 58 | MAX | 1268.30 | 0.00 | 3 | 7322.27 | 2.50 | 7 | | | | |
| | | 44.23 | 0.00 | 12 | 45.15 | 2.50 | 13 | 23612.21 | C | 2.50 | 7 |
| | MIN | -5940.93 | 2.50 | 8 | -9260.88 | 0.00 | 9 | | | | |
| | | -2.07 | 2.50 | 5 | -74.95 | 0.00 | 13 | 850.15 | C | 0.00 | 4 |
| 59 | MAX | 1526.91 | 0.00 | 3 | 2340.63 | 2.50 | 9 | | | | |
| | | 43.74 | 0.00 | 12 | 68.26 | 2.50 | 13 | 24475.75 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -1526.91 | 2.50 | 21 | -2340.63 | 2.50 | 21 | | | | |
| | | -1.54 | 2.50 | 5 | -48.85 | 0.00 | 6 | 1091.31 | C | 0.00 | 3 |
| 60 | MAX | 2904.31 | 0.00 | 3 | 5402.67 | 0.00 | 3 | | | | |
| | | 57.28 | 0.00 | 12 | 84.17 | 0.00 | 5 | 46844.66 | C | 2.50 | 7 |
| | MIN | -2904.31 | 2.50 | 21 | -5402.67 | 0.00 | 22 | | | | |
| | | -15.86 | 2.50 | 25 | -125.53 | 0.00 | 13 | 1236.35 | C | 0.00 | 3 |
| 61 | MAX | 5946.62 | 0.00 | 8 | 9260.42 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 44.25 | 0.00 | 12 | 45.18 | 2.50 | 13 | 23612.21 | C | 2.50 | 7 |
| | MIN | 409.36 | 2.29 | 5 | -7322.27 | 2.50 | 7 | | | | |
| | | -2.07 | 2.50 | 5 | -74.97 | 0.00 | 13 | 858.00 | C | 0.00 | 4 |
| 62 | MAX | 2842.04 | 0.00 | 8 | 4064.90 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 4.05 | 0.00 | 5 | 54.95 | 0.00 | 12 | 11663.80 | C | 2.50 | 7 |
| | MIN | 205.35 | 2.29 | 5 | -3431.03 | 2.50 | 7 | | | | |
| | | -42.44 | 2.50 | 6 | -51.99 | 2.50 | 6 | 534.81 | C | 0.00 | 4 |
| 63 | MAX | 3068.52 | 0.00 | 7 | 3514.61 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 233.73 | 0.00 | 5 | 219.35 | 0.00 | 12 | 2423.45 | C | 0.00 | 7 |
| | MIN | 114.91 | 1.38 | 5 | -1649.92 | 1.50 | 8 | | | | |
| | | -292.14 | 1.50 | 12 | -225.42 | 1.50 | 12 | 86.45 | C | 0.00 | 5 |
| 64 | MAX | 3506.46 | 0.00 | 7 | 4688.13 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 301.67 | 0.00 | 5 | 400.70 | 0.00 | 12 | 2423.45 | C | 0.00 | 7 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | 125.16 | 1.38 | 5 | -939.39 | 1.50 | 8 | | | | |
| | | -308.08 | 1.50 | 12 | -389.32 | 0.00 | 19 | 103.22 | C | 0.00 | 5 |
| 65 | MAX | 6229.75 | 0.00 | 8 | 8209.46 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 316.93 | 0.00 | 12 | 270.89 | 1.50 | 13 | 5332.23 | C | 0.00 | 7 |
| | MIN | 234.35 | 1.38 | 5 | -2908.40 | 1.50 | 8 | | | | |
| | | -224.34 | 1.50 | 18 | -240.42 | 1.50 | 18 | 142.83 | C | 0.00 | 5 |
| 66 | MAX | 6635.12 | 0.00 | 8 | 9274.36 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 368.84 | 0.00 | 12 | 478.43 | 0.00 | 5 | 5371.67 | C | 0.00 | 8 |
| | MIN | 247.03 | 1.38 | 5 | -2202.52 | 1.50 | 8 | | | | |
| | | -361.75 | 1.50 | 18 | -480.38 | 0.00 | 13 | 223.23 | C | 0.00 | 5 |
| 67 | MAX | 1056.36 | 0.00 | 8 | 364.62 | 0.00 | 3 | | | | |
| | | 88.95 | 0.00 | 12 | 279.09 | 1.50 | 13 | 2423.45 | C | 0.00 | 7 |
| | MIN | 74.03 | 1.38 | 5 | -2670.29 | 1.50 | 7 | | | | |
| | | -66.70 | 1.50 | 18 | -270.50 | 1.50 | 18 | 69.33 | C | 0.00 | 5 |
| 68 | MAX | 218.47 | 0.00 | 3 | 262.67 | 1.38 | 3 | | | | |
| | | 145.41 | 0.00 | 5 | 279.09 | 0.00 | 12 | 2423.45 | C | 0.00 | 7 |
| | MIN | -1474.77 | 1.50 | 8 | -2670.31 | 0.00 | 7 | | | | |
| | | -150.64 | 1.50 | 12 | -270.50 | 0.00 | 19 | 74.83 | C | 0.00 | 5 |
| 69 | MAX | 232.26 | 0.00 | 3 | 4684.37 | 1.50 | 9 | | | | |
| | | 307.86 | 0.00 | 12 | 400.28 | 1.50 | 13 | 2423.45 | C | 0.00 | 7 |
| | MIN | -3506.46 | 1.50 | 7 | -939.66 | 0.00 | 9 | | | | |
| | | -297.39 | 1.50 | 18 | -388.90 | 1.50 | 18 | 99.27 | C | 0.00 | 5 |
| 70 | MAX | 2400.35 | 0.00 | 8 | 956.77 | 0.00 | 3 | | | | |
| | | 96.21 | 0.00 | 5 | 337.71 | 1.50 | 19 | 5332.23 | C | 0.00 | 7 |
| | MIN | 190.57 | 1.38 | 5 | [illegible]958.77 | 1.50 | 7 | | | | |
| | | -110.25 | 1.50 | 12 | -341.46 | 1.50 | 12 | 118.80 | C | 0.00 | 5 |
| 71 | MAX | 604.06 | 0.00 | 3 | 778.75 | 1.38 | 3 | | | | |
| | | 187.26 | 0.00 | 12 | 339.10 | 0.00 | 5 | 5332.23 | C | 0.00 | 7 |
| | MIN | -2793.92 | 1.50 | 8 | -4958.73 | 0.00 | 7 | | | | |
| | | -179.96 | 1.50 | 18 | -341.46 | 0.00 | 13 | 155.37 | C | 0.00 | 5 |
| 72 | MAX | 602.30 | 0.00 | 3 | 9270.28 | 1.50 | 9 | | | | |
| | | 364.91 | 0.00 | 5 | 477.23 | 1.50 | 19 | 5374.40 | C | 0.00 | 8 |
| | MIN | -6628.61 | 1.50 | 8 | -2205.53 | 0.00 | 9 | | | | |
| | | -369.18 | 1.50 | 12 | -480.67 | 1.50 | 12 | 224.66 | C | 0.00 | 5 |
| 73 | MAX | 1131.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 132.21 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -1131.38 | 4.00 | 7 | -1131.38 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 262.21 | T | 4.00 | 12 |
| 74 | MAX | 2020.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 82.91 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -2020.28 | 4.00 | 7 | -2020.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 155.09 | T | 4.00 | 12 |
| 75 | MAX | 2020.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 46.27 | C | 0.00 | 12 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | -2020.28 | 4.00 | 7 | -2020.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 15.41 T | 4.00 | 18 |
| 76 | MAX | 2020.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 40.59 C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -2020.28 | 4.00 | 7 | -2020.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 52.23 T | 4.00 | 12 |
| 77 | MAX | 2091.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 335.03 C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -2091.38 | 4.00 | 7 | -2091.38 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 744.97 T | 4.00 | 12 |
| 78 | MAX | 1477.40 | 0.00 | 8 | 276.97 | 0.00 | 3 | | | |
| | | 150.92 | 0.00 | 12 | 279.42 | 1.50 | 13 | 2423.45 C | 0.00 | 7 |
| | MIN | 86.85 | 1.37 | 5 | -2670.31 | 1.50 | 7 | | | |
| | | -142.31 | 1.50 | 18 | -270.82 | 1.50 | 18 | 75.85 C | 0.00 | 5 |
| 79 | MAX | 2792.56 | 0.00 | 8 | 832.04 | 0.00 | 3 | | | |
| | | 183.20 | 0.00 | 5 | 338.12 | 1.50 | 19 | 5332.23 C | 0.00 | 7 |
| | MIN | 199.52 | 1.37 | 5 | -4958.73 | 1.50 | 7 | | | |
| | | -187.74 | 1.50 | 12 | -341.87 | 1.50 | 12 | 155.79 C | 0.00 | 5 |
| 80 | MAX | 2020.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 40.83 C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -2020.28 | 4.00 | 7 | -2020.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 52.47 T | 4.00 | 12 |
| 81 | MAX | 596.52 | 0.00 | 3 | 888.68 | 1.37 | 3 | | | |
| | | 110.51 | 0.00 | 12 | 339.51 | 0.00 | 5 | 5332.23 C | 0.00 | 7 |
| | MIN | -2398.98 | 1.50 | 8 | -4958.77 | 0.00 | 7 | | | |
| | | -87.70 | 1.50 | 18 | -341.87 | 0.00 | 13 | 122.51 C | 0.00 | 5 |
| 82 | MAX | 213.31 | 0.00 | 3 | 344.49 | 1.37 | 3 | | | |
| | | 75.45 | 0.00 | 5 | 279.42 | 0.00 | 12 | 2423.45 C | 0.00 | 7 |
| | MIN | -1054.35 | 1.50 | 8 | -2670.29 | 0.00 | 7 | | | |
| | | -89.21 | 1.50 | 12 | -270.82 | 0.00 | 19 | 59.33 C | 0.00 | 3 |
| 83 | MAX | 2020.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 46.39 C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -2020.28 | 4.00 | 7 | -2020.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 15.53 T | 4.00 | 18 |
| 84 | MAX | 220.17 | 0.00 | 3 | 3509.44 | 1.50 | 9 | | | |
| | | 292.13 | 0.00 | 12 | 219.35 | 1.50 | 13 | 2423.45 C | 0.00 | 7 |
| | MIN | -3068.52 | 1.50 | 7 | -1652.60 | 0.00 | 9 | | | |
| | | -197.38 | 1.50 | 18 | -225.52 | 0.00 | 13 | 79.78 C | 0.00 | 5 |
| 85 | MAX | 599.96 | 0.00 | 3 | 8214.99 | 1.50 | 9 | | | |
| | | 260.09 | 0.00 | 5 | 271.18 | 0.00 | 12 | 5332.23 C | 0.00 | 7 |
| | MIN | -6238.86 | 1.50 | 8 | -2905.44 | 0.00 | 9 | | | |
| | | -317.42 | 1.50 | 12 | -240.71 | 0.00 | 19 | 148.48 C | 0.00 | 5 |
| 86 | MAX | 2020.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 82.79 C | 0.00 | 5 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | -2020.28 | 4.00 | 7 | -2020.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 154.98 T | 4.00 | 12 |
| 87 | MAX | 1131.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 132.86 C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -1131.38 | 4.00 | 7 | -1131.38 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 262.86 T | 4.00 | 12 |
| 88 | MAX | 286.93 | 0.00 | 3 | 2895.41 | 2.50 | 7 | | | |
| | | 2.69 | 0.00 | 5 | 55.54 | 0.00 | 6 | 4334.64 C | 2.50 | 7 |
| | MIN | -2406.50 | 2.50 | 8 | -3478.27 | 0.00 | 9 | | | |
| | | -45.00 | 2.50 | 6 | -56.95 | 2.50 | 6 | 204.24 C | 0.00 | 4 |
| 89 | MAX | 474.55 | 0.00 | 3 | 6284.70 | 2.50 | 9 | | | |
| | | 51.78 | 0.00 | 12 | 80.89 | 2.50 | 13 | 8798.16 C | 2.50 | 7 |
| | MIN | -5293.32 | 2.50 | 7 | -8135.64 | 0.00 | 9 | | | |
| | | 0.45 | 2.50 | 5 | -57.22 | 0.00 | 6 | 378.43 C | 0.00 | 4 |
| 90 | MAX | 678.34 | 0.00 | 3 | 1195.76 | 2.50 | 9 | | | |
| | | 46.39 | 0.00 | 12 | 55.04 | 2.50 | 6 | 9086.01 C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -678.34 | 2.50 | 21 | -1195.76 | 2.50 | 21 | | | |
| | | 0.24 | 2.50 | 5 | -70.37 | 0.00 | 13 | 280.27 C | 0.00 | 3 |
| 91 | MAX | 1563.53 | 0.00 | 3 | 3362.34 | 0.00 | 3 | | | |
| | | 72.15 | 0.00 | 12 | 133.28 | 2.50 | 13 | 17542.01 C | 2.50 | 7 |
| | MIN | -1563.53 | 2.50 | 8 | -3362.34 | 0.00 | 22 | | | |
| | | -0.33 | 2.50 | 18 | -56.61 | 0.00 | 6 | 408.87 C | 0.00 | 3 |
| 92 | MAX | 5293.32 | 0.00 | 7 | 8140.30 | 0.00 | 8 | | | |
| | | 51.79 | 0.00 | 12 | 80.90 | 2.50 | 13 | 8798.16 C | 2.50 | 7 |
| | MIN | 188.05 | 2.29 | 5 | -5293.32 | 2.50 | 8 | | | |
| | | 0.45 | 2.50 | 5 | -57.22 | 0.00 | 6 | 382.05 C | 0.00 | 4 |
| 93 | MAX | 2400.86 | 0.00 | 8 | 3474.82 | 0.00 | 8 | | | |
| | | 2.69 | 0.00 | 5 | 55.54 | 0.00 | 6 | 4334.64 C | 2.50 | 7 |
| | MIN | 115.84 | 2.29 | 5 | -2895.41 | 2.50 | 7 | | | |
| | | -45.00 | 2.50 | 6 | -56.95 | 2.50 | 6 | 201.55 C | 0.00 | 4 |
| 94 | MAX | 5445.33 | 0.00 | 8 | 7871.97 | 0.00 | 8 | | | |
| | | 200.29 | 0.00 | 12 | 300.67 | 1.50 | 13 | 472.91 C | 0.00 | 3 |
| | MIN | 316.05 | 1.38 | 5 | -3371.16 | 1.50 | 8 | | | |
| | | -194.68 | 1.50 | 18 | -292.28 | 1.50 | 18 | 1952.45 T | 1.50 | 8 |
| 95 | MAX | 5937.20 | 0.00 | 8 | 9033.32 | 0.00 | 8 | | | |
| | | 480.57 | 0.00 | 12 | 659.64 | 0.00 | 5 | 121.21 C | 0.00 | 4 |
| | MIN | 321.47 | 1.38 | 5 | -2348.41 | 1.50 | 8 | | | |
| | | -447.32 | 1.50 | 18 | -680.00 | 0.00 | 13 | 1752.48 T | 1.50 | 7 |
| 96 | MAX | 2336.53 | 0.00 | 8 | 1592.13 | 0.00 | 3 | | | |
| | | 113.96 | 0.00 | 5 | 456.89 | 1.50 | 19 | 329.43 C | 0.00 | 3 |
| | MIN | -306.83 | 1.50 | 14 | -4403.87 | 1.50 | 7 | | | |
| | | -119.18 | 1.50 | 12 | -460.72 | 1.50 | 12 | 1808.97 T | 1.50 | 8 |
| 97 | MAX | 965.86 | 0.00 | 3 | 1198.43 | 1.38 | 3 | | | |
| | | 297.55 | 0.00 | 12 | 458.28 | 0.00 | 5 | 193.98 C | 0.00 | 3 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | -2825.00 | 1.50 | 8 | -4403.90 | 0.00 | 7 | | | | |
| | | -282.96 | 1.50 | 18 | -460.72 | 0.00 | 13 | 1752.48 | T | 1.50 | 7 |
| 98 | MAX | 974.44 | 0.00 | 3 | 9037.57 | 1.50 | 9 | | | | |
| | | 459.03 | 0.00 | 5 | 648.16 | 1.50 | 19 | 124.56 | C | 0.00 | 4 |
| | MIN | -5942.40 | 1.50 | 8 | -2345.95 | 0.00 | 9 | | | | |
| | | -480.27 | 1.50 | 12 | -680.00 | 1.50 | 12 | 1752.48 | T | 1.50 | 7 |
| 99 | MAX | 1881.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 231.78 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -1881.38 | 4.00 | 7 | -1881.38 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 220.21 | T | 4.00 | 18 |
| 100 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 132.13 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 140.96 | T | 4.00 | 12 |
| 101 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 125.38 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 102.65 | T | 4.00 | 18 |
| 102 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 10.87 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 41.41 | T | 4.00 | 12 |
| 103 | MAX | 3591.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | [illegible] | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -3591.38 | 4.00 | 7 | -3591.38 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 959.84 | T | 4.00 | 18 |
| 104 | MAX | 2825.75 | 0.00 | 8 | 1290.80 | 0.00 | 3 | | | | |
| | | 287.57 | 0.00 | 5 | 456.48 | 1.50 | 19 | 193.47 | C | 0.00 | 3 |
| | MIN | -57.88 | 1.50 | 14 | -4403.90 | 1.50 | 7 | | | | |
| | | -296.87 | 1.50 | 12 | -460.31 | 1.50 | 12 | 1752.48 | T | 1.50 | 7 |
| 105 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 10.85 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 41.39 | T | 4.00 | 12 |
| 106 | MAX | 960.30 | 0.00 | 3 | 1478.42 | 1.37 | 3 | | | | |
| | | 118.40 | 0.00 | 12 | 457.87 | 0.00 | 5 | 331.39 | C | 0.00 | 3 |
| | MIN | -2338.51 | 1.50 | 8 | -4403.87 | 0.00 | 7 | | | | |
| | | -110.24 | 1.50 | 18 | -460.31 | 0.00 | 13 | 1810.93 | T | 1.50 | 8 |
| 107 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 125.19 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 102.46 | T | 4.00 | 18 |
| 108 | MAX | 954.31 | 0.00 | 3 | 7870.30 | 1.50 | 9 | | | | |
| | | 196.87 | 0.00 | 5 | 300.96 | 0.00 | 12 | 475.82 | C | 0.00 | 3 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | -5441.34 | 1.50 | 8 | -3373.47 | 0.00 | 9 | | | |
| | | -200.48 | 1.50 | 12 | -292.57 | 0.00 | 19 | 1955.36 T | 1.50 | 8 |
| 109 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 132.21 C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 141.04 T | 4.00 | 12 |
| 110 | MAX | 1881.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 231.70 C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -1881.38 | 4.00 | 7 | -1881.38 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 220.13 T | 4.00 | 18 |
| 111 | MAX | 1175.57 | 0.00 | 3 | 2938.92 | 0.00 | 3 | | | |
| | | 3.33 | 0.00 | 12 | 4.11 | 0.00 | 5 | 19205.83 C | 2.50 | 7 |
| | MIN | -1931.23 | 2.50 | 8 | -4828.09 | 0.00 | 9 | | | |
| | | -0.67 | 2.50 | 18 | -8.32 | 0.00 | 13 | 577.88 C | 0.00 | 5 |
| 112 | MAX | 1590.64 | 0.00 | 3 | 3976.59 | 0.00 | 3 | | | |
| | | 8.43 | 0.00 | 12 | 12.14 | 0.00 | 5 | 40028.74 C | 2.50 | 7 |
| | MIN | -1590.64 | 2.50 | 21 | -3976.59 | 0.00 | 22 | | | |
| | | -2.82 | 2.50 | 18 | -21.09 | 0.00 | 13 | 663.41 C | 0.00 | 3 |
| 113 | MAX | 1930.48 | 0.00 | 8 | 4826.20 | 0.00 | 8 | | | |
| | | 3.33 | 0.00 | 12 | 4.11 | 0.00 | 5 | 19205.83 C | 2.50 | 7 |
| | MIN | -769.51 | 2.50 | 14 | -1923.76 | 0.00 | 15 | | | |
| | | -0.68 | 2.50 | 18 | -8.32 | 0.00 | 13 | 582.73 C | 0.00 | 5 |
| 114 | MAX | 5346.29 | 0.00 | 7 | 6682.03 | 0.00 | 8 | | | |
| | | 245.89 | 0.00 | 12 | 364.86 | 1.50 | 13 | 383.46 C | 0.00 | 21 |
| | MIN | 194.61 | 1.38 | 5 | -2351.86 | 1.50 | 8 | | | |
| | | -244.71 | 1.50 | 18 | -363.04 | 1.50 | 18 | 376.58 T | 1.50 | 14 |
| 115 | MAX | 5728.69 | 0.00 | 7 | 7570.08 | 0.00 | 8 | | | |
| | | 606.94 | 0.00 | 12 | 841.39 | 0.00 | 5 | 455.57 C | 0.00 | 21 |
| | MIN | 203.71 | 1.38 | 5 | -1803.63 | 1.50 | 8 | | | |
| | | -591.99 | 1.50 | 18 | -849.13 | 0.00 | 13 | 448.69 T | 1.50 | 14 |
| 116 | MAX | 1952.94 | 0.00 | 8 | 777.30 | 0.00 | 3 | | | |
| | | 164.29 | 0.00 | 5 | 590.57 | 1.50 | 19 | 246.29 C | 0.00 | 23 |
| | MIN | 156.18 | 1.38 | 5 | -4325.38 | 1.50 | 7 | | | |
| | | -165.62 | 1.50 | 12 | -592.08 | 1.50 | 12 | 239.41 T | 1.50 | 16 |
| 117 | MAX | 496.65 | 0.00 | 3 | 650.38 | 1.38 | 3 | | | |
| | | 367.52 | 0.00 | 12 | 591.13 | 0.00 | 5 | 264.96 C | 0.00 | 21 |
| | MIN | -2273.78 | 1.50 | 8 | -4325.40 | 0.00 | 7 | | | |
| | | -359.86 | 1.50 | 18 | -592.08 | 0.00 | 13 | 258.08 T | 1.50 | 14 |
| 118 | MAX | 507.65 | 0.00 | 3 | 7566.13 | 1.50 | 9 | | | |
| | | 597.16 | 0.00 | 5 | 836.70 | 1.50 | 19 | 454.21 C | 0.00 | 21 |
| | MIN | -5728.69 | 1.50 | 7 | -1806.92 | 0.00 | 9 | | | |
| | | -606.49 | 1.50 | 12 | -849.13 | 1.50 | 12 | 447.33 T | 1.50 | 14 |
| 119 | MAX | 1881.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 305.77 C | 0.00 | 5 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | -1881.38 | 4.00 | 7 | -1881.38 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 307.66 T | 4.00 | 12 |
| 120 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 183.51 C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 185.52 T | 4.00 | 12 |
| 121 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 152.10 C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 142.22 T | 4.00 | 18 |
| 122 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 23.95 C | 0.00 | 3 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 38.08 T | 4.00 | 8 |
| 123 | MAX | 3591.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 1314.48 C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -3591.38 | 4.00 | 7 | -3591.38 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 1292.36 T | 4.00 | 18 |
| 124 | MAX | 2271.55 | 0.00 | 8 | 694.44 | 0.00 | 3 | | | |
| | | 361.49 | 0.00 | 5 | 589.71 | 1.50 | 19 | 258.57 C | 0.00 | 21 |
| | MIN | 162.11 | 1.37 | 5 | -4325.40 | 1.50 | 7 | | | |
| | | -366.29 | 1.50 | 12 | -591.21 | 1.50 | 12 | 251.68 T | 1.50 | 14 |
| 125 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 24.57 C | 0.00 | 3 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 38.70 T | 4.00 | 8 |
| 126 | MAX | 490.92 | 0.00 | 3 | 720.15 | 1.37 | 3 | | | |
| | | 164.07 | 0.00 | 12 | 590.26 | 0.00 | 5 | 237.70 C | 0.00 | 23 |
| | MIN | -1951.14 | 1.50 | 8 | -4325.38 | 0.00 | 7 | | | |
| | | -161.85 | 1.50 | 18 | -591.21 | 0.00 | 13 | 230.82 T | 1.50 | 16 |
| 127 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 151.72 C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 141.84 T | 4.00 | 18 |
| 128 | MAX | 508.37 | 0.00 | 3 | 6686.92 | 1.50 | 9 | | | |
| | | 245.49 | 0.00 | 5 | 365.27 | 0.00 | 12 | 369.88 C | 0.00 | 21 |
| | MIN | -5346.29 | 1.50 | 7 | -2357.72 | 0.00 | 9 | | | |
| | | -246.16 | 1.50 | 12 | -363.45 | 0.00 | 19 | 363.00 T | 1.50 | 14 |
| 129 | MAX | 3520.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 183.54 C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -3520.28 | 4.00 | 7 | -3520.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 185.55 T | 4.00 | 12 |
| 130 | MAX | 1881.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 305.73 C | 0.00 | 5 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | -1881.38 | 4.00 | 7 | -1881.38 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 307.62 | T | 4.00 | 12 |
| 131 | MAX | 647.87 | 0.00 | 3 | 3485.02 | 2.50 | 7 | | | | |
| | | 3.89 | 0.00 | 5 | 10.30 | 0.00 | 12 | 11854.57 | C | 2.50 | 7 |
| | MIN | -2883.08 | 2.50 | 8 | -4138.90 | 0.00 | 9 | | | | |
| | | -6.01 | 2.50 | 12 | -8.66 | 0.00 | 19 | 271.78 | C | 0.00 | 5 |
| 132 | MAX | 1554.78 | 0.00 | 3 | 2387.38 | 0.00 | 3 | | | | |
| | | 11.29 | 0.00 | 5 | 29.04 | 0.00 | 12 | 24584.45 | C | 2.50 | 7 |
| | MIN | -1554.78 | 2.50 | 21 | -2387.38 | 0.00 | 22 | | | | |
| | | -15.61 | 2.50 | 12 | -26.32 | 0.00 | 19 | 390.02 | C | 0.00 | 3 |
| 133 | MAX | 2886.65 | 0.00 | 8 | 4141.90 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 3.90 | 0.00 | 5 | 10.30 | 0.00 | 12 | 11854.57 | C | 2.50 | 7 |
| | MIN | 208.71 | 2.29 | 5 | -3485.02 | 2.50 | 7 | | | | |
| | | -6.02 | 2.50 | 12 | -8.66 | 0.00 | 19 | 277.66 | C | 0.00 | 5 |
| 134 | MAX | 3067.06 | 0.00 | 7 | 3509.01 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 119.50 | 0.00 | 12 | 180.04 | 1.50 | 13 | 2420.39 | C | 0.00 | 7 |
| | MIN | 102.61 | 1.38 | 5 | -1655.57 | 1.50 | 8 | | | | |
| | | -117.78 | 1.50 | 18 | -177.51 | 1.50 | 18 | 79.34 | C | 0.00 | 5 |
| 135 | MAX | 3507.92 | 0.00 | 7 | 4689.97 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 283.48 | 0.00 | 12 | 374.86 | 0.00 | 5 | 2420.39 | C | 0.00 | 7 |
| | MIN | 108.85 | 1.38 | 5 | -939.41 | 1.50 | 8 | | | | |
| | | -279.66 | 1.50 | 18 | -375.77 | 0.00 | 13 | 95.93 | C | 0.00 | 5 |
| 136 | MAX | 1055.13 | 0.00 | 8 | 365.04 | 0.00 | 3 | | | | |
| | | 92.34 | 0.00 | 25 | 282.54 | 1.50 | 13 | 2420.39 | C | 0.00 | 7 |
| | MIN | 70.59 | 1.38 | 5 | -2673.59 | 1.50 | 7 | | | | |
| | | -92.21 | 1.50 | 18 | -279.82 | 1.50 | 18 | 56.31 | C | 0.00 | 5 |
| 137 | MAX | 218.24 | 0.00 | 3 | 262.47 | 1.38 | 3 | | | | |
| | | 157.94 | 0.00 | 12 | 282.54 | 0.00 | 12 | 2420.39 | C | 0.00 | 7 |
| | MIN | -1476.00 | 1.50 | 8 | -2673.61 | 0.00 | 7 | | | | |
| | | -157.06 | 1.50 | 18 | -279.82 | 0.00 | 19 | 62.52 | C | 0.00 | 5 |
| 138 | MAX | 231.51 | 0.00 | 3 | 4685.28 | 1.50 | 9 | | | | |
| | | 281.30 | 0.00 | 5 | 374.12 | 1.50 | 26 | 2420.39 | C | 0.00 | 7 |
| | MIN | -3507.92 | 1.50 | 7 | -940.52 | 0.00 | 9 | | | | |
| | | -283.57 | 1.50 | 12 | -375.77 | 1.50 | 12 | 92.27 | C | 0.00 | 5 |
| 139 | MAX | 1131.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 198.96 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -1131.38 | 4.00 | 7 | -1131.38 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 196.58 | T | 4.00 | 18 |
| 140 | MAX | 2020.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 70.88 | C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -2020.28 | 4.00 | 7 | -2020.28 | 2.00 | 7 | | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 71.68 | T | 4.00 | 12 |
| 141 | MAX | 2020.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 62.21 | C | 0.00 | 12 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | -2020.28 | 4.00 | 7 | -2020.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 61.48 T | 4.00 | 25 |
| 142 | MAX | 2020.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 16.71 C | 0.00 | 3 |
| | MIN | -2020.28 | 4.00 | 7 | -2020.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 19.55 T | 4.00 | 8 |
| 143 | MAX | 2091.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 650.24 C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -2091.38 | 4.00 | 7 | -2091.38 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 641.55 T | 4.00 | 18 |
| 144 | MAX | 1478.46 | 0.00 | 8 | 276.10 | 0.00 | 3 | | | |
| | | 157.71 | 0.00 | 5 | 282.87 | 1.50 | 13 | 2420.39 C | 0.00 | 7 |
| | MIN | 80.82 | 1.37 | 5 | -2673.61 | 1.50 | 7 | | | |
| | | -158.27 | 1.50 | 12 | -280.15 | 1.50 | 18 | 63.57 C | 0.00 | 5 |
| 145 | MAX | 2020.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 16.51 C | 0.00 | 3 |
| | MIN | -2020.28 | 4.00 | 7 | -2020.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 19.35 T | 4.00 | 8 |
| 146 | MAX | 213.02 | 0.00 | 3 | 344.53 | 1.37 | 3 | | | |
| | | 92.42 | 0.00 | 18 | 282.87 | 0.00 | 12 | 2420.39 C | 0.00 | 7 |
| | MIN | -1052.61 | 1.50 | 8 | -2673.59 | 0.00 | 7 | | | |
| | | -92.54 | 1.50 | 25 | -280.15 | 0.00 | 19 | 52.46 C | 0.00 | 5 |
| 147 | MAX | 2020.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 62.30 C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -2020.28 | 4.00 | 7 | -2020.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 61.57 T | 4.00 | 25 |
| 148 | MAX | 220.56 | 0.00 | 3 | 3504.09 | 1.50 | 9 | | | |
| | | 118.64 | 0.00 | 5 | 180.19 | 0.00 | 12 | 2420.39 C | 0.00 | 7 |
| | MIN | -3067.06 | 1.50 | 7 | -1658.06 | 0.00 | 9 | | | |
| | | -119.60 | 1.50 | 12 | -177.66 | 0.00 | 19 | 73.09 C | 0.00 | 5 |
| 149 | MAX | 2020.28 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 71.00 C | 0.00 | 5 |
| | MIN | -2020.28 | 4.00 | 7 | -2020.28 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 71.80 T | 4.00 | 12 |
| 150 | MAX | 1131.38 | 0.00 | 7 | 0.00 | 0.00 | 1 | | | |
| | | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.00 | 0.00 | 1 | 199.54 C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -1131.38 | 4.00 | 7 | -1131.38 | 2.00 | 7 | | | |
| | | 0.00 | 4.00 | 26 | 0.00 | 4.00 | 26 | 197.16 T | 4.00 | 18 |
| 151 | MAX | 286.56 | 0.00 | 3 | 2939.44 | 2.50 | 7 | | | |
| | | 4.17 | 0.00 | 12 | 10.38 | 2.50 | 13 | 4412.67 C | 2.50 | 7 |
| | MIN | -2436.56 | 2.50 | 8 | -3507.96 | 0.00 | 9 | | | |
| | | -3.50 | 2.50 | 18 | -8.72 | 2.50 | 18 | 103.93 C | 0.00 | 5 |
| 152 | MAX | 677.97 | 0.00 | 3 | 1189.86 | 0.00 | 3 | | | |
| | | 11.50 | 0.00 | 12 | 28.85 | 2.50 | 13 | 9321.45 C | 2.50 | 7 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MIN | -677.97 | 2.50 | 21 | -1189.86 | 0.00 | 22 | | | | |
| | | -10.44 | 2.50 | 18 | -26.17 | 2.50 | 18 | 183.18 | C | 0.00 | 3 |
| 153 | MAX | 2429.43 | 0.00 | 8 | 3503.04 | 0.00 | 8 | | | | |
| | | 4.17 | 0.00 | 12 | 10.39 | 2.50 | 13 | 4412.67 | C | 2.50 | 7 |
| | MIN | 94.92 | 2.29 | 5 | -2939.44 | 2.50 | 7 | | | | |
| | | -3.50 | 2.50 | 18 | -8.72 | 2.50 | 18 | 100.08 | C | 0.00 | 5 |
| 154 | MAX | 73.54 | 0.00 | 6 | 58.15 | 0.00 | 6 | | | | |
| | | 24.44 | 0.00 | 5 | 101.70 | 4.32 | 5 | 3622.13 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -72.52 | 4.72 | 6 | -29.17 | 2.36 | 6 | | | | |
| | | -34.48 | 4.72 | 12 | -158.24 | 4.72 | 12 | 1386.54 | T | 4.72 | 18 |
| 155 | MAX | 74.00 | 0.00 | 6 | 59.15 | 0.00 | 6 | | | | |
| | | 130.12 | 0.00 | 12 | 318.92 | 4.72 | 13 | 2092.04 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -72.06 | 4.72 | 6 | -29.24 | 2.36 | 6 | | | | |
| | | -77.71 | 4.72 | 18 | -297.53 | 0.00 | 13 | 986.75 | T | 4.72 | 18 |
| 156 | MAX | 72.88 | 0.00 | 6 | 57.20 | 4.72 | 6 | | | | |
| | | 83.17 | 0.00 | 5 | 297.98 | 0.00 | 12 | 869.91 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -73.18 | 4.72 | 6 | -29.29 | 2.36 | 6 | | | | |
| | | -117.42 | 4.72 | 12 | -258.27 | 4.72 | 12 | 412.85 | T | 4.72 | 18 |
| 157 | MAX | 72.48 | 0.00 | 6 | 58.13 | 4.72 | 6 | | | | |
| | | 116.73 | 0.00 | 12 | 292.56 | 4.72 | 13 | 789.49 | C | 4.72 | 13 |
| | MIN | -73.58 | 4.72 | 6 | -29.28 | 2.36 | 6 | | | | |
| | | -63.32 | 4.72 | 18 | -260.58 | 0.00 | 13 | 335.99 | T | 0.00 | 19 |
| 158 | MAX | 72.77 | 0.00 | 6 | 57.48 | 4.72 | 6 | | | | |
| | | 96.17 | 0.00 | 5 | 318.35 | 0.00 | 12 | 2196.35 | C | 4.72 | 13 |
| | MIN | -73.30 | 4.72 | 6 | -29.26 | 2.36 | 6 | | | | |
| | | -133.20 | 4.72 | 12 | -312.14 | 4.72 | 12 | 1100.71 | T | 0.00 | 19 |
| 159 | MAX | 71.81 | 0.00 | 6 | 59.86 | 4.72 | 6 | | | | |
| | | 44.80 | 0.00 | 12 | 118.12 | 0.00 | 5 | 3442.57 | C | 4.72 | 13 |
| | MIN | -74.25 | 4.72 | 6 | -29.13 | 2.36 | 6 | | | | |
| | | -22.20 | 4.72 | 18 | -185.89 | 0.00 | 13 | 1220.17 | T | 0.00 | 19 |
| 160 | MAX | 74.40 | 0.00 | 6 | 60.21 | 0.00 | 6 | | | | |
| | | 15.32 | 0.00 | 3 | 73.39 | 4.72 | 9 | 8861.40 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -71.67 | 4.72 | 6 | -31.84 | 2.36 | 13 | | | | |
| | | -15.32 | 4.72 | 21 | -73.39 | 4.72 | 21 | 4346.82 | T | 4.72 | 18 |
| 161 | MAX | 74.60 | 0.00 | 6 | 60.60 | 0.00 | 6 | | | | |
| | | 22.06 | 0.00 | 3 | 78.23 | 4.72 | 9 | 5069.72 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -71.46 | 4.72 | 6 | -29.23 | 2.36 | 6 | | | | |
| | | -22.06 | 4.72 | 21 | -78.23 | 4.72 | 21 | 2823.67 | T | 4.72 | 18 |
| 162 | MAX | 73.08 | 0.00 | 6 | 56.90 | 0.00 | 6 | | | | |
| | | 42.99 | 0.00 | 3 | 101.76 | 4.72 | 9 | 2030.35 | C | 0.00 | 12 |
| | MIN | -72.98 | 4.72 | 6 | -29.34 | 2.36 | 6 | | | | |
| | | -42.99 | 4.72 | 21 | -101.76 | 4.72 | 21 | 1113.11 | T | 4.72 | 18 |
| 163 | MAX | 72.27 | 0.00 | 6 | 58.61 | 4.72 | 6 | | | | |
| | | 22.91 | 0.00 | 3 | 73.59 | 4.72 | 9 | 1787.29 | C | 4.72 | 13 |

```
    MIN    -73.79   4.72    6     -29.30   2.36    6
           -22.91   4.72   21     -73.59   4.72   21    875.84 T   0.00   19

164 MAX     72.16   0.00    6      58.86   4.72    6
            32.22   0.00    3      76.84   4.72    9   5423.96 C   4.72   13
    MIN    -73.90   4.72    6     -29.31   2.36    6
           -32.22   4.72   21     -76.84   4.72   21   3208.75 T   0.00   19

165 MAX     70.96   0.00    6      61.98   4.72    6
            29.22   0.00    3     131.52   0.00    3   8344.74 C   4.72   13
    MIN    -75.10   4.72    6     -31.24   2.36   13
           -29.22   4.72   21    -131.52   0.00   22   3856.24 T   0.00   19

166 MAX     73.54   0.00    6      58.15   0.00    6
            34.45   0.00   12     158.11   4.72   13   3623.59 C   0.00   12
    MIN    -72.52   4.72    6     -29.17   2.36    6
           -19.08   4.72   18     -85.03   4.72   18   1388.00 T   4.72   18

167 MAX     74.00   0.00    6      59.15   0.00    6
            95.81   0.00    5     297.76   0.00   12   2093.08 C   0.00   12
    MIN    -72.06   4.72    6     -29.24   2.36    6
          -130.25   4.72   12    -319.23   4.72   12    987.79 T   4.72   18

168 MAX     72.88   0.00    6      57.20   4.72    6
           117.64   0.00   12     258.80   4.72   13    871.31 C   0.00   12
    MIN    -73.18   4.72    6     -29.29   2.36    6
           -63.52   4.72   18    -298.50   0.00   13    414.25 T   4.72   18

169 MAX     72.48   0.00    6      58.13   4.72    6
            83.33   0.00    5     260.60   0.00   12    790.40 C   4.72   13
    MIN    -73.58   4.72    6     -29.28   2.36    6
          -116.79   4.72   12    -292.80   4.72   12    336.90 T   0.00   19

170 MAX     72.77   0.00    6      57.48   4.72    6
           133.37   0.00   12     312.64   4.72   13   2198.00 C   4.72   13
    MIN    -73.30   4.72    6     -29.26   2.36    6
           -76.74   4.72   18    -318.66   0.00   13   1102.36 T   0.00   19

171 MAX     71.81   0.00    6      59.86   4.72    6
            30.19   0.00    5     186.24   0.00   12   3443.57 C   4.72   13
    MIN    -74.25   4.72    6     -29.13   2.36    6
           -44.88   4.72   12     -82.07   0.00   19   1221.16 T   0.00   19


********** END OF FORCE ENVELOPE FROM INTERNAL STORAGE **********


178. FINISH
```

```
          *********** END OF THE STAAD.Pro RUN ***********

            **** DATE= SEP  6,2009   TIME= 13:13:10 ****

      ************************************************************
      *         For questions on STAAD.Pro, please contact       *
      *   Research Engineers Offices at the following locations  *
      *                                                          *
      *               Telephone                Email             *
      *  USA:      +1 (714)974-2500       support@bentley.com    *
      *  CANADA    +1 (905)632-4771       detech@odandetech.com  *
      *  CANADA    +1 (604)629 6087       staad@dowco.com        *
      *  UK        +44(1454)207-000       support@reel.co.uk     *
      *  FRANCE    +33(0)1 64551084       support@reel.co.uk     *
      *  GERMANY   +49/931/40468-71       info@reig.de           *
      *  NORWAY    +47 67 57 21 30        staad@edr.no           *
      *  SINGAPORE +65 6225-6158          support@bentley.com    *
      *  INDIA     +91(033)4006-2021      support@bentley.com    *
      *  JAPAN     +81(03)5952-6500       eng-eye@crc.co.jp      *
      *  CHINA     +86(411)363-1983       support@bentley.com    *
      *  THAILAND  +66(0)2645-1018/19     support@bentley.com    *
      *                                                          *
      *  North America                   support@reiusa.com      *
      *  Europe                          support@reel.co.uk      *
      *  Asia                            support@reiasia.net     *
      ************************************************************
```

## ANEXO No. 2

## PROCEDIMIENTO DISEÑO DE CONEXIONES EN EL RAM CONNECTION

## PROCEDIMIENTO PARA EL DISENO DE CONEXIONES UTILIZANDO EL MODULO RAM CONNECTION DEL STAAD.PRO.

1) El comando RAM Connection es visualizable presionando la pestaña reseñada en la pantalla principal del Staad.Pro.



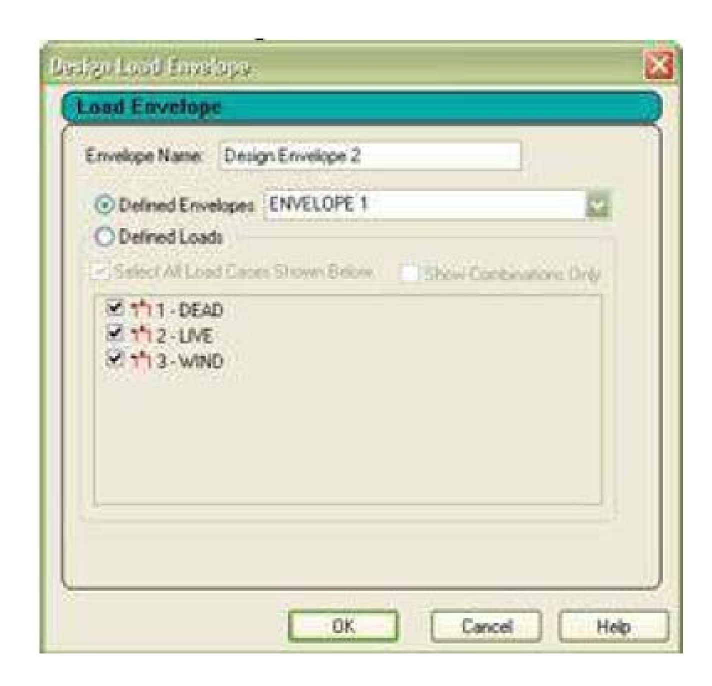



2) Se establecen las envolventes que intergrarán el diseño. Para realizar este paso se presiona en el boton “Create Envelope …”.

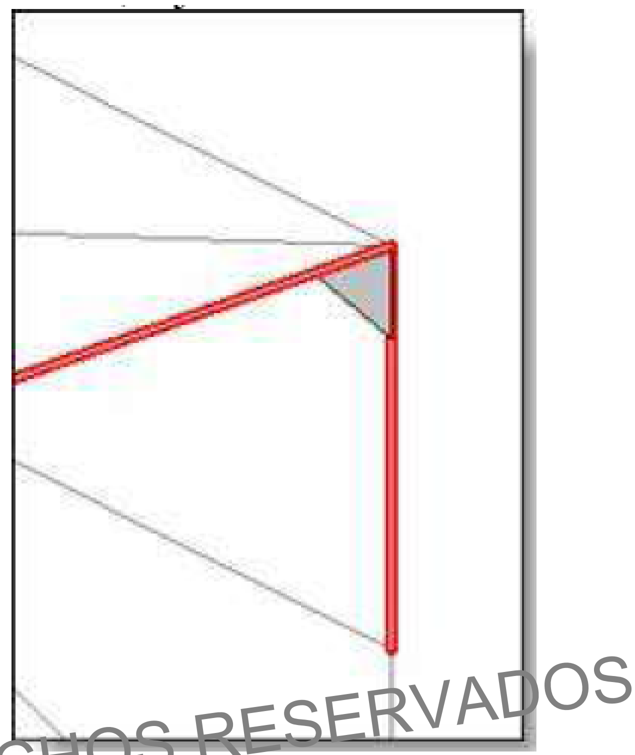





3) Una vez presionado el boton, se escogen las cargas y combinaciones que integraran dicha envolvente de diseño.

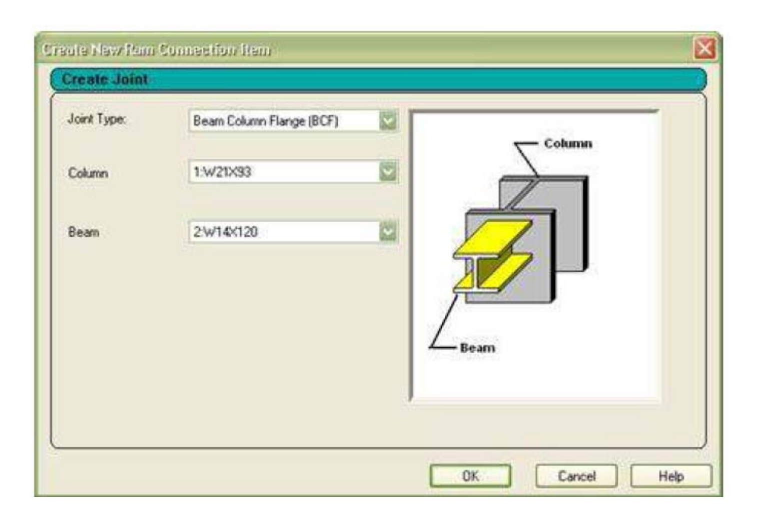



4) Se deben seleccionar los miembros que definen la conexión.



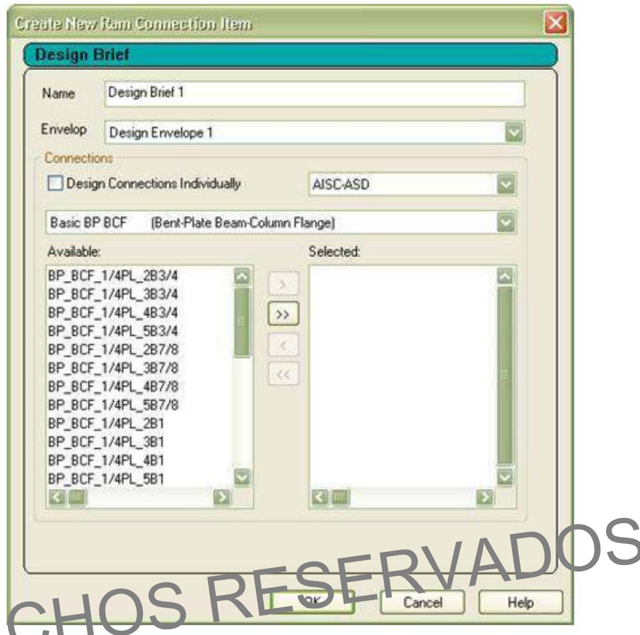


5) Posteriormente se debe seleccionar el grupo de conexiones tipicas a utilizar en el diseño. Al realizar dicha selección se marcara dicha conexión con un triangulo de color gris que indica que el nodo fue asignado como conexión a diseñar. En tal sentido se debe asignar la orientacion de la viga con respecto a la columna en el caso de una conexión columna viga.




6) Una vez asignado el nodo, se seleccionarán las diferentes conexiones a utilizar bajo el esquema de conexiones predifinidas (Basic) o mediante la utilización de conexiones inteligentes (Smart) adaptables a las dimensiones y requerimientos de la conexión en funcion del tipo de perfil a unir.

Igualmente se asignará la envolvente a utilizar, si esta conexión será diseñada individualmente o en base a un grupo de conexiones, y el código a utilizar.






7) Una vez seleccionado las diferentes conexiones a utilizar, en cada nodo donde se definió la conexiones se establecera la conexión típica seleccionada anteriormente.




8) Realizada la asignación de cada conexión a cada nodo, se procede a correr el módulo mediante el menu “connection design”.

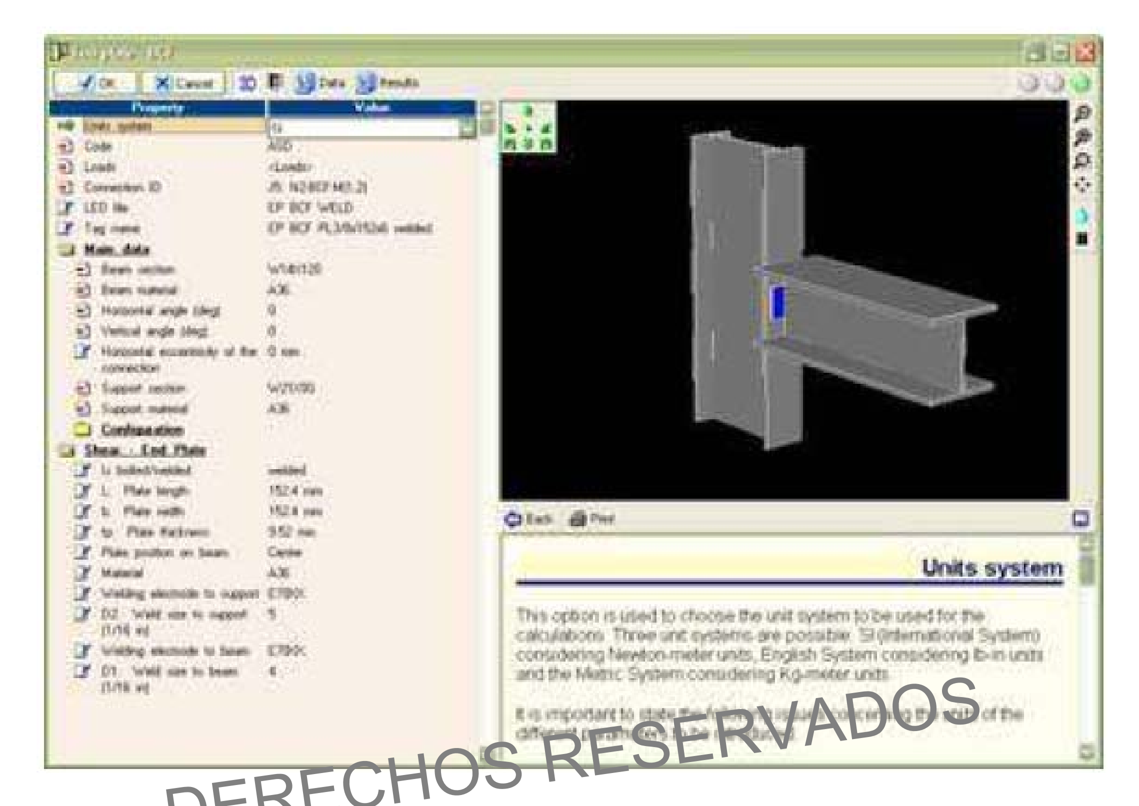



9) La base de datos de cada tipo de conexión puede ser configuarada utilizando los comandos de dicho menu (Configure Connection Database… y Configure Bolt & Weld Database…).



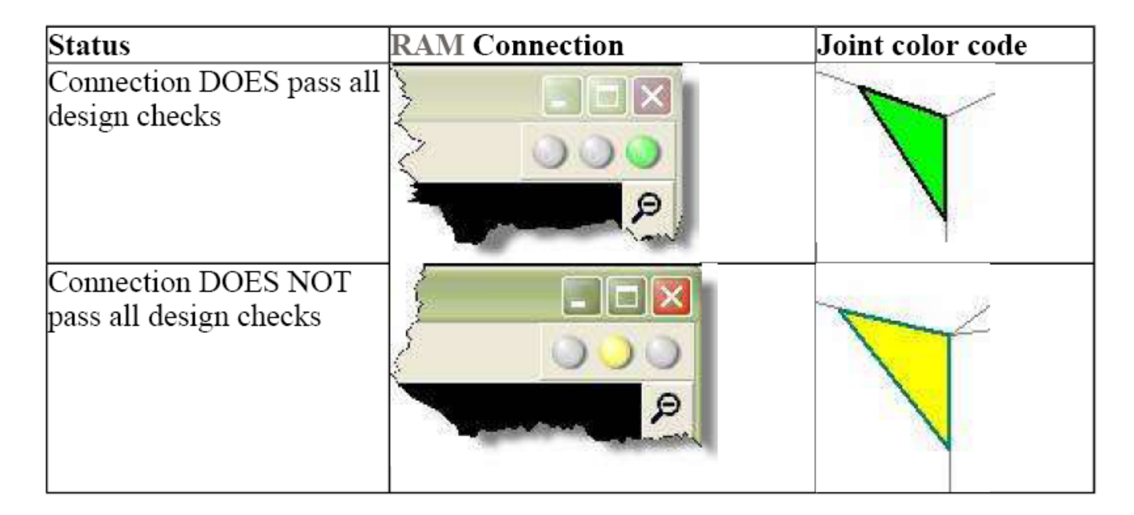



10)Presionando doble clik sobre la conexión se puede visualizar las caracteristicas de cada conexión diseñada.



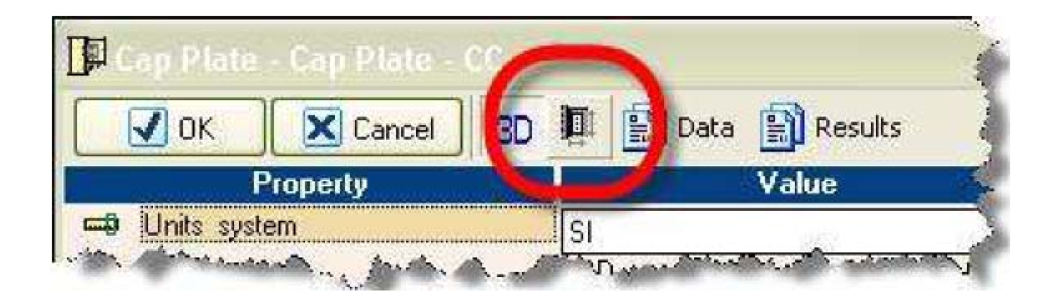


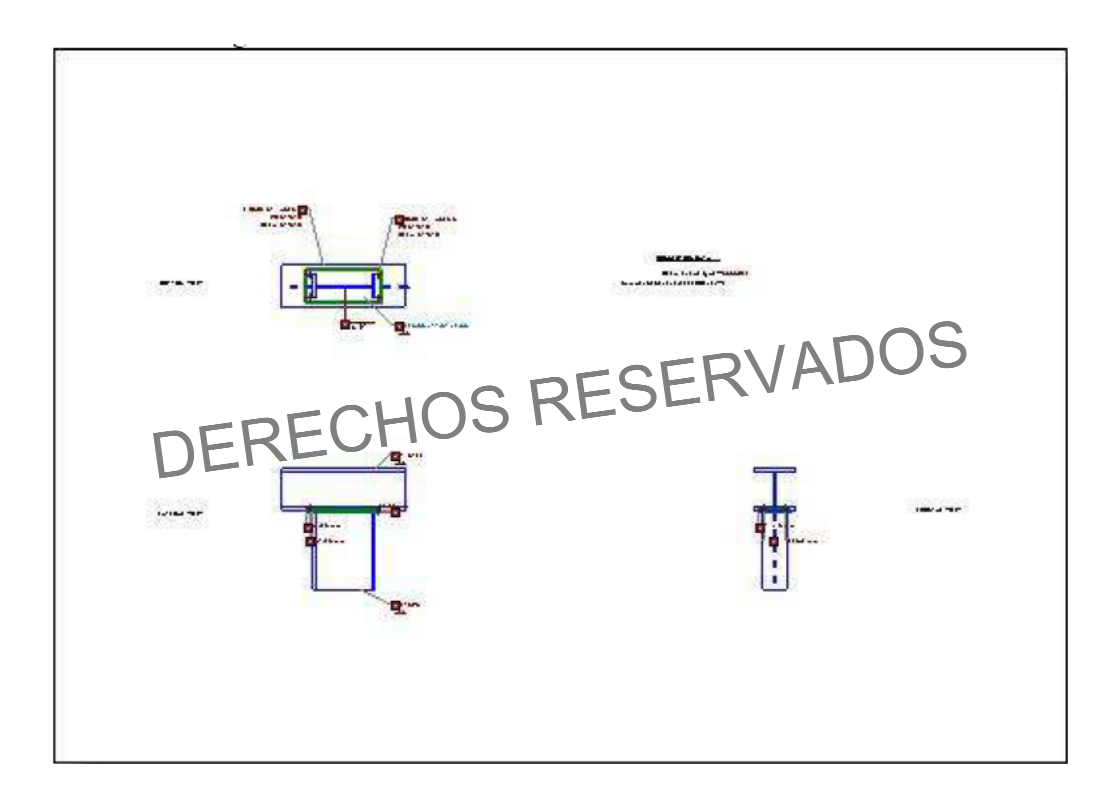

11)Un color verde en triangulo que forma la conexión determina que la conexión asignada y la configuracion establecida, es suficiente para soportar las cargas de diseno. Un color amarillo indica una falla de la misma.



| Status | RAM Connection | Joint color code |
|---|---|---|
| Connection DOES pass all design checks | | |
| Connection DOES NOT pass all design checks | | |

12)Presionando el siguiente botton puede visualizarse la conexión en archivo digital tipo DXF.




13)En los botones “Data”y “Results” puede visualizarse las características y resultados de cada conexión.

